

3 • 2020

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

С праздником 8 Марта!

- Высотомер для авиамодели
- Два металлоискателя
- Акустический замок
- Фотоуправление вентилятором

...и ещё 14 конструкций

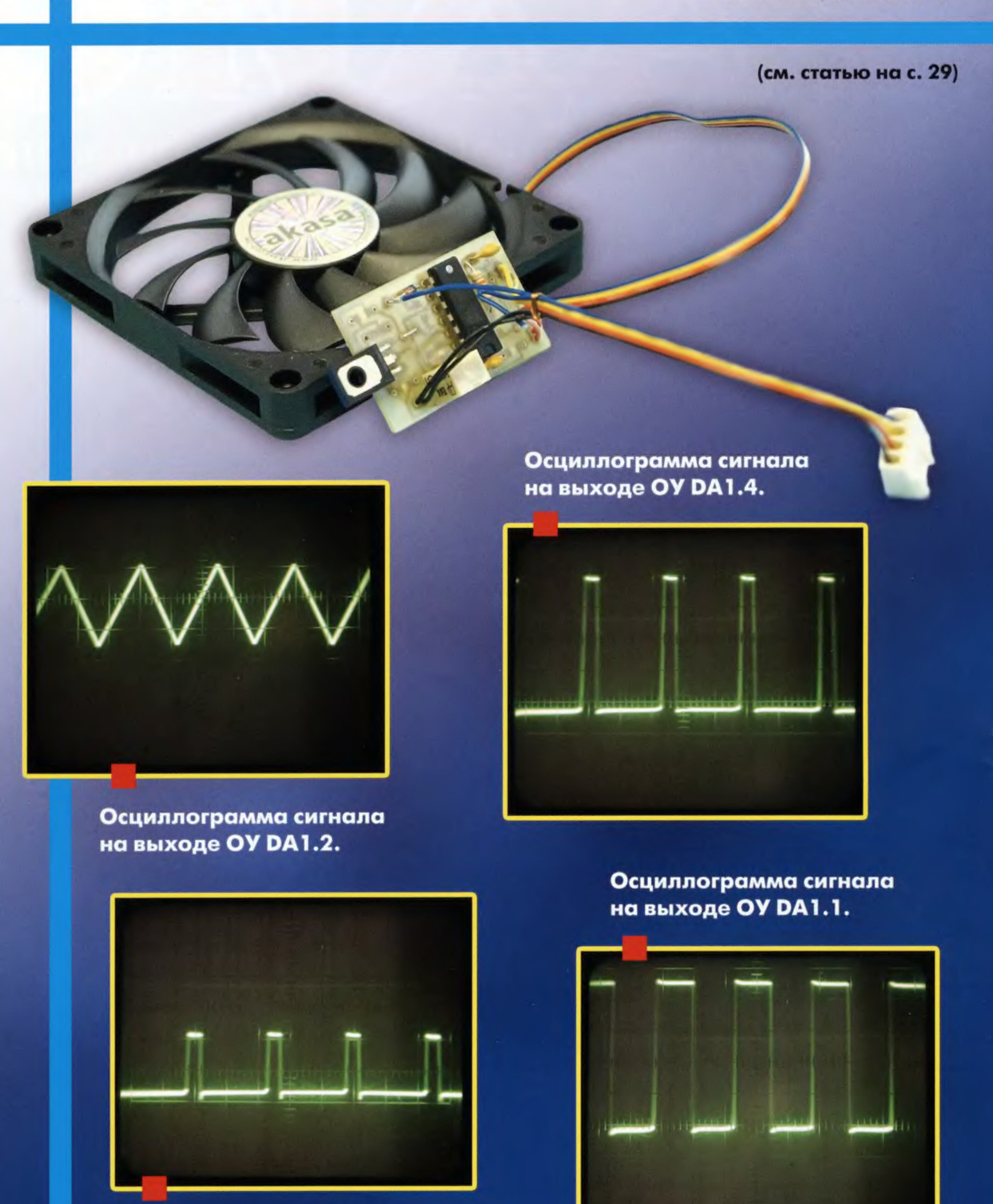
ISSN-0033-765X
9 770033 765009 20003

3
2020

Терморегулятор для вентилятора с ШИ-управлением

С. ГЛИБИН, г. Москва

(см. статью на с. 29)



Осциллограмма сигнала на выходе ОУ DA1.4.

Осциллограмма сигнала на выходе ОУ DA1.2.

Осциллограмма сигнала на выходе ОУ DA1.1.

Осциллограмма сигнала на входе Control (PWM) вентилятора.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Мощный светодиодный модуль в фонаре (см. статью на с. 31).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

АВТОМАТ СМАЗКИ МОТОЦЕПИ
ПРОБНИК ДЛЯ ТРАНЗИСТОРОВ
ИЗМЕРЯЕМ ВЫСОКООМНЫЕ РЕЗИСТОРЫ
"ДЕЛЬТА" С ПЕРЕКЛЮЧАЕМОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ

Тираж журнала «Радио» № 2 сдан для рассылки подписчикам 05.02.2020 г.



Самая крупная в России выставка электронных компонентов, модулей и комплектующих

14–16 апреля 2020

Москва, МВЦ «Крокус Экспо»





Специальная экспозиция

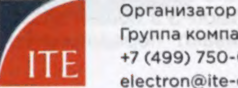
Компоненты для встроенных систем безопасности

Представьте свои разработки для встраиваемых систем безопасности в специальной экспозиции:

- Микроконтроллеры / процессоры со встроенными функциями безопасности
- Токены аутентификации
- Биометрические датчики
- Модули безопасности

Ваш компонент успеха!

expoelectronica.ru



Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750-08-28
electron@ite-expo.ru

Совместно с выставками





Издаётся с 1924 года

РАДИО® 3•2020

МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Радиолюбитель"—"Радиофронт"—"Радио"

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication 12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 25.02.2020 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 01302-20

В новый год с CES'2020

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Никто не ценит того, чего слишком много".

(Колин Маккалоу. "Поющие в терновнике")

Практически все гиганты ИКТ-индустрии считают своим долгом принять участие в выставке потребительской электроники CES, которая проходила в Лас-Вегасе в самом начале января и традиционно открыла серию компьютерных шоу, проходящих по всему миру. Несмотря на то что выставка изначально ориентирована на североамериканский рынок, поглядеть на CES прилетают со всего света, хотя бы потому, что здесь формируются (или угадываются) привычки массового потребителя самых последних технологий. К тому же CES поощряет идеи стартапов, предоставляя им возможность совершить прорыв.

Оценивая прошедшее десятилетие, мы видим, что некоторые инновации смогли изменить целые рынки. Мы живём в эпоху ИТ-сервисов, облачных вычислений, искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения. Сегодня, когда мы входим в эру интеллектуальных вычислений, а число подключённых устройств постоянно растёт, компьютеры стали способны на то, чего они просто не могли делать десять лет назад. Мы ожидаем, что в ближайшие десять лет темпы развития инноваций будут расти. Сети 5G, внедряемые повсюду, будут обрабатывать огромные объёмы данных на гораздо более высоких скоростях. Графика улучшится, поскольку HDR-дисплеи (High Dynamic Range — широкий динамический диапазон) продолжают совершенствоваться, а 8K начинает применяться повсеместно. Появятся новые типы устройств: в 2020 г. начались продажи устройств с двойными экранами и гибкими дисплеями. Ожидания потребителей и спрос на самые современные устройства будут постоянно расти, а способы использования персональных компьютеров продолжат развиваться по мере развития облачных вычислений и нашего понимания ИИ и машинного обучения.

Новые привычки потребителей угадываются с самого начала — пиццу для посетителей выставки готовил робот производства компании Picnic. Разумеется, вся эта пицца готовилась с использованием технологий ИИ, облачных вычислений и автоматизации, что стало сегодня, по сути, своеобразным современным заклинанием, которым сопровождаются все инновации. Робот способен производить до 300 изделий диаметром 30,5 см в час, что, согласитесь, немало. Платформу Picnic можно адаптировать к другим категориям продуктов питания. Как утверждается, поскольку частью платформы является система ИИ, робот постоянно учится (производитель не уточняет, чему может постоянно учиться робот, "собирающий" пиццы), и это позволяет ему удовлетворять меняющиеся потребности операторов общественного питания. Платформа требует лишь небольшой площади для установки, а модульное, конфигурируемое оборудование делает её достаточно гибкой для интеграции с широким спектром стационарных и мобильных кухонь.

Автопроизводители стали всё чаще привозить свои новинки на выставку потребительской электроники, потому что, в первую очередь, современные автомобили быстро превращаются в многофункциональные гаджеты. Компания Sony доказала, что концепт-кар может построить кто угодно, и для этого не надо быть опытным автопроизводителем. В активе концепт-кара Vision-S в общей сложности 33 датчика, которые обеспечивают передвижение концепта в

режиме "автопилот", и пара электромоторов мощностью 268 лс. При этом в Sony говорят, что электромобиль никогда не пойдёт в серию, а служит только для демонстрации технологий компании. В лучших традициях шоу-каров у Vision-S полным-полно дисплеев разного калибра, плюс навороченная аудиосистема 360 Reality Audio с АС, встроенными в кресла.

На CES'2020 был показан первый в мире автомобиль, защищённый от "квантового" взлома, произведённый канадской компанией ISARA, называющей себя ведущим поставщиком квантово-безопасной и крипто-гибкой безопасности. Её автомобиль Karma Revero GT, как утверждается, может отправлять и получать электронные голосовые данные без опасения, что информация может быть перехвачена и расшифрована (а это для быстролетящего авто сродни аварии) — даже с применением квантового компьютера. Современные транспортные средства рассчитаны на подключение к беспроводной сети и регулярное обновление программного обеспечения, но разработка квантовых компьютеров угрожает сделать их уязвимыми для хакеров. Как известно, квантовые компьютеры смогут взломать традиционные алгоритмы шифрования, обеспечивающие сейчас безопасность данных. Автопроизводители уже сейчас должны начать подготовку своих квантово-безопасных планов, чтобы гарантировать, что такие технологии, как беспилотные автомобили, могут быть гарантированно безопасными.

Все компьютеры начинаются с процессоров. Как отметили мировые СМИ, презентация AMD стала одним из украшений CES'2020, принеся с собой первый в мире 64-ядерный HEDT-процессор AMD Ryzen Threadripper 3990X для настольных ПК и новое поколение гибридных процессоров AMD Ryzen 4000 (семь моделей) для ноутбуков. При этом Ryzen 7 4800U называется AMD самым производительным процессором для ультратонких ноутбуков.

Компания Intel презентовала новые процессоры Tiger Lake. Они обещают 10 % прирост IPC (Inter Process Communication — межпроцессное взаимодействие) и новую графику вместе с поддержкой новейшего интерфейса Thunderbolt 4. Дискретная видеокарта компании Intel DG1 выполнена на архитектуре Xe, но компания пока не спешит озвучивать характеристики модели. Хотя, по слухам, она имеет 96 исполнительных блоков, 768 потоковых процессоров и ориентирована на использование в ноутбуках совместно с процессорами Tiger Lake. В Intel также отметили, что DG1 хорошо справляется с HD-играми, но как она будет работать с современными играми AAA-класса (triple-A, читается "трипл-эй" — неформальный термин, обозначающий класс высокобюджетных компьютерных игр), пока непонятно.

Представьте 17,3-дюймовый дисплей, который можно сложить как книгу. Именно так выглядит концепт ноутбука от Intel. Из технических характеристик известно только то, что он построен на базе процессора Intel Tiger Lake UP4, а в качестве ОС на нём установлена Windows 10. Всё остальное — пока секрет.

Компании Dell, HP и Lenovo продемонстрировали свои первые ноутбуки с подключением к сетям 5G, но это были не единственные их особенности. Впервые о разработке ноутбука со складным экраном Lenovo заговорила ещё в середине лета прошлого года, уже тогда показав прототип этого устройства. На CES'2020 был представлен Lenovo ThinkPad X1 Fold, который имеет 13,3-дюймовый складывающийся внутрь OLED-дисплей с разрешением 2048×1536 пикселей и может работать в нескольких режимах. В полностью открытом состоянии этот гаджет может выступать как в роли огромного планшета, так и в качестве своеобразного моноблока, где роль экрана и "мозгов" выполняет само устройство, а для ввода данных может использоваться подключаемая Bluetooth-клавиатура. В режиме ноутбука экран ThinkPad X1 Fold делится на две части — верхняя из них отводится под традиционный дисплей, а нижняя играет роль сенсорной клавиатуры. Lenovo ThinkPad X1 Fold оснащается батареей энергоёмкостью 50 Вт·ч, которой хватит до 11 ч работы без подзарядки.

Всем нам хорошо знакомы электронные "читалки", которые расходуют крайне мало электроэнергии. Так почему бы не доработать технологию и использовать её на смартфонах, ведь преимуществ масса! Так поступили в Hisense и представили первый в мире смартфон с цветным E-ink дисплеем. В компании уверяют, что увеличили частоту обновления дисплея, так что у новинки есть все шансы на успех. Правда, ни точных характеристик, ни тем более даты выхода на рынок пока нет, но тренд задан.

Рынок телевизоров идёт несколько в сторону увеличения диагоналей панелей, что логично. Но рост происходит экспоненциальный, люди хотят всё большие диагонали и при этом ожидают, что их стоимость будет агрессивно падать. Это нечто, сходное с тем, что происходит на рынке смартфонов, — модели становятся всё лучше и лучше, а их цена уменьшается, хотя не всегда по объективным причинам, а вследствие ценовых войн или операторских проделок.

Современные "умные" телевизоры умеют гораздо больше, чем просто показывать транслируемые телепрограммы, поэтому в наши дни создатели телевизоров должны оснастить их мощными процессорами приложений для декодирования контента HD и Ultra-HD, а также выполнять другие сложные задачи. Новейший процессор LG 9 третьего поколения поддерживает воспроизведение контента 8Kp60, кодированного с использованием HEVC, VP9, и, что особенно важно, недавно выпущенный кодек AV1. Но поскольку видео 8K пока не распространено, SoC поддерживает алгоритм LG 8K Upscaling компании LG, который опирается на возможности машинного обучения для анализа видео, которые он масштабирует и правильно применяет четырёхступенчатое шумоподавление и усилитель резкости.

В дополнение к интеллектуальному масштабированию, новые телевизоры LG 8K также поддерживают технологию AI Picture Pro для "правильного" повышения резкости и тона, а также автоматический выбор жанра для применения общих настроек изображения, общих для определённого типа контента. Кроме того, телевизоры отслеживают фоновые шумы и соответствующим образом настраивают свои аудиосистемы.

Телевизоры высокого класса от LG основаны на операционной системе webOS, и поэтому компания может добавить поддержку новых функций, просто установив соответствующие приложения.

Линейка телевизоров LG 2020 года 8K включает в себя 88-дюймовые и 77-дюймовые OLED-телевизоры класса Signature (модели 88/77 OLED ZX) и телевизоры NanoCell IPS (модели 75/65 Nano99, 75/65 Nano97, 75/65 Nano95). Модели OLED будут поддерживать переменную частоту обновления (включая сертификацию NVIDIA G-Sync, совместимую).

На CES привлекал внимание посетителей сворачивающийся в рулон концепт телевизора от LG. В прошлом году на январской CES'2019 тоже была показана подобная разработка под названием LG Signature OLED TV R. Однако тогда экран выдвигался вверх из нижнего базового модуля со встроенной аудиосистемой, а теперь он опускается из модуля на потолке, наподобие жалюзи или экрана для проектора.

Компания Samsung много лет лидирует на рынке телевизоров в мире, да и в США она номер один. Логичным расширением линейки стало то, что появились новые категории, которые можно назвать Life style, т. е. это не просто техника с некими характеристиками, но дизайнерские вещи для интерьеров. Например, в линейке The Frame телевизоры выполнены как картины и могут показывать последние из лучших мировых коллекций. В Samsung расширяют линейку телевизоров, появляется большее количество диагоналей, причём как меньшего, так и большего размера.

Редко когда кто-нибудь сидит близко к большому телевизору, чтобы оправдать необходимость разрешения 4K. Поэтому 8K — это чрезмерное излишество, по крайней мере, для телевизора. Если вы говорите о массивных экранах театрального размера, таких как Samsung Wall или Sony Cledis, 8K будет потрясающим. Но 4K трудно различить при сравнении с телевизором с разрешением 1080p на расстоянии 10 футов.

Основной вопрос, который постоянно возникает при обсуждении 8K-телевизоров: а где контент? В Samsung заочно отвечают на вопрос о необходимости 8K-телевизоров очень просто — большие диагонали нуждаются в таком разрешении, чтобы картинка была чёткой, не рассыпалась. И если на 32 дюймах 8K не так важен, то для диагоналей





более ста дюймов становится насущной необходимостью.

Очевидно, что пока 8K-контента немного, он будет появляться, но этот процесс займёт годы. Поэтому те же ИИ-алоритмы и процессор Quantum могут достраивать картинку, брать обычный ролик и превращать его в 8K. Понятно, что полный "мусор" на входе не даст идеальную картинку на экране ТВ, но с более-менее приличным контентом этот фокус проходит и изображение отличное. В итоге вы можете получать таким образом ролики в условном 8K даже с YouTube. Второе применение технологии также очевидно — это экономия трафика, поскольку вначале контент сжимается, затем на ТВ превращается в 8K.

С ИИ-алгоритмами всё становится интереснее. Оказывается, покупатели QLED-телевизоров жаловались, что в определённых условиях освещения экраны "уходят" в небольшую синеву. Начиная с линейки 2020 г., разработчики добавили двойные светодиоды подсветки, а процессор анализирует картинку и убирает даже намёки на синеву. Это аппаратная, а не программная особенность новой линейки, далее она будет применяться повсеместно в моделях определённого уровня.

И ещё. Недавно компания Samsung представила линейку телевизоров нового сезона, включая шесть моделей на технологии Micro LED. Всего линейка включает шесть моделей следующих размеров: четыре аппарата — с разрешением Ultra HD 4K: 75" (191 см); 88" (224 см); 93" (236 см); 110" (279 см), и две модели Ultra HD 8K — 150" (381 см) и 292" (742 см). За прошедший год инженеры компании смогли также существенно снизить размеры светодиодов, в результате чего каждый пиксель имеет теперь диаметр всего 0,15 мм. Кроме того, значительно возросла их яркость — её пиковое значение достигает 5000 нит.

И ещё. На выставке CES'2020 Samsung открыла стенд для избранных гостей, где был показан концепт смартфона совершенно нового типа с раздвижным дисплеем. В общем, был смартфон, стал планшет.

Компания CyberLink показала свою разработку FaceMe, в которой для распознавания лиц используется ИИ. По словам производителя, FaceMe — это механизм распознавания лиц, "находящийся на переднем крае биометрических решений", который задаёт "стандарты точности, производительности, безопасности и гибкости в широком спектре отраслей". Архитектура FaceMe обеспечивает получение очень точных биометрических данных всего за несколько миллисекунд. Решение является кроссплатформенным и поддерживает различные аппаратные конфигурации. Оно основано на алгоритмах глубокого обучения и нейронной сети. FaceMe обнаруживает лица в прямом эфире или в записанных видео для идентификации людей и определения таких признаков, как возраст, пол, настроение и ориентация лица. Точность распознавания, определяемая по стандартной базе LFW, достигает 99,82 %.

Компания Ambarell, специализирующаяся на разработке процессоров для машинного зрения, продемонстрировала свою новую робототехническую платформу. Основанная на архитектуре Ambarella CVflow, она нацелена на использование в автоматически управляемых транспортных средствах (AGV), потребительских и промышленных роботах и новых приложениях Индустрии 4.0. Робототехническая платформа обеспечивает унифицированную программную инфраструктуру для робототехнических средств восприятия. Она обеспечивает простой доступ к наиболее востребованным функциям, включая обработку стереоскопического изображения, извлечение ключевых точек, средства нейронной сети и функции Open Source Computer Vision Library (OpenCV). В демонстрационной установке один чип CV2 будет выполнять обработку стереоскопического изображения с разрешением до 4K или нескольких пар 1080p, обнаружение объектов, отслеживание ключевых точек и решение других задач, характерных для систем машинного зрения. Платформа поддерживает Linux и ThreadX RTOS, и поставляется с полным набором инструментов для коррекции изображений и реализации алгоритмов компьютерного зрения. Она также поддерживает Robotics Operating System (ROS), а богатый набор API (интерфейс программирования приложений) позволяет разработчикам приложений реализовывать алгоритмы высокого уровня, включая анализ оптического потока, визуальную одометрию и обнаружение препятствий.

Экосистема Windows растет с каждым годом, и на выставке CES'2020 был представлен ряд инновационных устройств от невероятно тонких и лёгких ноутбуков и трансформеров "два в одном" до мощных игровых платформ. Вот лишь некоторые представители упомянутой экосистемы:

— Acer Swift 3 с поддержкой быстрой зарядки — за 30 мин подключения к розетке — четыре часа автономной работы;

— ASUS Expert Book B9 с безрамочным дисплеем NanoEdge. 14-дюймовый экран помещается в стандартный 13-дюймовый корпус ноутбука и занимает 94 % поверхности корпуса;

— новейшая версия популярного XPS 13 от Dell, у которого рамка дисплея InfinityEdge стала ещё меньше, а размер самого экрана увеличился на 6,8 %. Соотношение сторон 16:10 обеспечило более квадратную форму, а яркость экрана выросла на 25 % по сравнению с предыдущей моделью.

— HP Elite Dragonfly — первый в мире ноутбук со встроенной технологией Tile, которая позволяет пользователям легко найти потерянное устройство. Он выполнен из океанического пластикового мусора, причём более 82 % механических частей изготовлены из переработанных материалов.

— Lenovo Yoga Slim 7 — с эксклюзивной функцией интеллектуального охлаждения Lenovo Q-Control, которая использует ИИ для оптимизации времени автономной работы, продлевая его в среднем на 20 %;

— Samsung Galaxy Book Flex Alpha — с увеличенным временем работы от батареи (до 17,5 ч) и QLED-дисплеем, способным отображать более одного миллиарда цветов и помещённым в ультратонкий корпус.

На каждой CES вместе со звёздами, помпезными телевизорами, фешенебельными авто и мощными ноутбуками представлены и самые странные разработки. К примеру, разработанная в Швейцарии пара роботизированных рук готовит старинное блюдо под названием раклет, нагревая круг сыра и соскребая верхний слой тягучей массы на тарелку. Сложно сказать, нуждается ли это производство в автоматизации, однако стоит признать, что инновационный прибор двигается с удивительной точностью.

Самостоятельные путешествия восхитительны, но доставляют нам немало хлопот, особенно при поездках с детьми. Только вспомните — одной рукой вы пытаетесь схватить свой чемодан, а другой — удержать ребёнка, чтобы тот не забрался на багажную ленту. Согласитесь, не очень приятное начало отпуска. Компания Younglingz предлагает инновационное решение этой проблемы — чемодан для перевозки детей. Устройство представляет собой нечто среднее между чемоданом и детской коляской и оснащено ремнём безопасности, которым можно пристегнуть ребёнка.

Продукт компании Fresco под названием Eva Mini представляет собой устройство, превращающее замороженную капсулу в ароматное, вкуснейшее масло. Просто поместите капсулу в машину, нажмите на кнопку и наблюдайте, как в чашку (если, конечно, вы не забыли её поставить) наливается жидкое масло. По словам представителей Fresco, процесс мгновенной заморозки помогает сохранить питательные свойства и вкус масла, как если бы оно только что изготовлено из свежих оливок.

Неловкая ситуация с внезапно закончившейся туалетной бумагой знакома многим. Проблему решила исправить компания Charmin, разработавшая управляемого через Bluetooth двухколёсного робота, способного по команде принести новый рулон бумаги. Всё, что вам нужно, — нажать на кнопку смартфона, и RollBot тут же придёт к вам на помощь. Будет ли находиться с вами в это время смартфон — другой вопрос.

Приходилось ли вам когда-нибудь задумываться, почему клавиатура выглядит так, как сейчас? Почему именно QWERTY? Почему WASD? Стандартная раскладка QWERTY существует уже более века, и её царствованию не смогли помешать изредка возникающие альтернативы вроде DVORAK. Тем не менее компания CharaChorder отважилась представить собственный, кардинально новый взгляд на клавиатуру. По их мнению, она должна состоять из двух контроллеров, каждый из которых оснащён девятью маленькими джойстиками. В свою очередь, джойстики способны формировать четыре команды, например, набор отдельных букв или команд типа "ввод" — каждый в своём направлении. Аналогично игре на фор-

тепиано, вы можете касаться сразу нескольких "клавиш", нажимая на все буквы слова, чтобы напечатать его буквально за одно мгновение.

Очевидно, вы замечали, что все телефоны имеют прямоугольную форму. А вот производители устройства Cyrcle Phone сделали его хоть и плоским, но круглым. По словам компании, их телефон был разработан с мыслью о женской аудитории. Размер и форма Cyrcle Phone больше подходят для маленьких рук и мелких карманов женских брюк. А для детей, обожающих слушать музыку через одни наушники, в Cyrcle Phone специально предусмотрено два аудиоразъёма.

Компания Hyundai представила свой первый концептуальный персональный авиатранспорт (PAV) как часть "ландшафта городской воздушной мобильности" (UAM). Ожидается, что использование воздушного пространства уменьшит заторы на дорогах. Видение Hyundai также включает специализированное транспортное средство (PBV). Эта настраиваемая концепция с функцией самоуправляемого вождения, которая "даёт безграничные возможности превратить автомобиль в нечто большее, чем просто средство передвижения". Эти интеллектуальные транспортные средства будут пересекаться в хабе — точке взлёта/посадки PAV и прибытия/отправления PBV. Хабы будут располагаться по всему городу и служить как общественные пространства.

А если наделить солнцезащитный козырёк ИИ? Так же подумали в компании Bosch и разработали Virtual Visior. Прозрачный ЖК-дисплей в виде классического козырька, подключённый к камере наблюдения в салоне автомобиля, непрерывно следит за глазами водителя. С помощью интеллектуальных алгоритмов информация анализируется и затемняет только ту часть лобового стекла, через которую солнце слепит водителя.

Или вот Potato — электронный модуль с антенной, который вставляется в корнеплод. Штуковина подключается к смартфону через Bluetooth и "декодирует картофельный язык", позволяя в прямом смысле общаться с картошкой. Устройству за 23 долл (картошка в стоимость не включена) не нужны элементы питания, так как он сам генерирует достаточный ток благодаря электрохимическим процессам внутри овоща.

А что, если в качестве излучателя автомобильного динамика использовать не классический диффузор, а всю поверхность двери или, скажем, крыши? Именно такой вопрос встал перед инженерами Continental и Sennheiser. В результате решения которого свет увидела весьма изящная система Ac2ated Sound. Принцип работы простой — специальные исполнительные механизмы передают вибрации разной частоты на поверхность салона автомобиля, так же как струны взаимодействуют с корпусом скрипки. Новинка получилась красивая, и у неё есть ряд преимуществ перед классическими АС. Например, размеры: Ac2ated Sound гораздо компактнее классической аудиосистемы, вдобавок вес в разы меньше. А диапазон настроек — да это просто мечта аудиофила!

У нейротехнологического стартапа NextMind из Франции получился крутой инструмент, который способен преобразовывать сигналы головного мозга в команды для устройств. Потенциал у новинки огромный, для использования её достаточно всего лишь закрепить на затылке!

Робот-компаньон, оформленный в виде жёлтого мячика, может заменить вам кота или собаку. Что он умеет? Да практически всё: будить по утрам, ходить, то есть кататься за вами по пятам, раздвигать "умные" шторы, включать телевизор, встречать после работы, записывать видео, управлять домашним роботом-пылесосом и ещё много чего. Добавьте в список преимуществ то, что он не линяет, не гадит и не дерёт обои, а при необходимости сам заряжается. К радости вашего кота, пока неизвестно, когда девайс появится на рынке.

Абсолютно новый сервис Quibi, рассчитанный исключительно под небольшие экраны смартфонов, — это такой фастфуд в мире видеоконтента. Основная идея заключается в том, что весь контент "нарежут" небольшими сегментами по 7...10 мин каждый, которым можно будет в буквальном смысле "перекусить", скажем, в обед или по пути на работу. Главной фишкой Quibi станет технология Turnstile: видео оптимизируют под просмотр как в горизонтальном, так и вертикальном формате, а переход от одного к другому происходит без задержки воспроизведения. Планируется, что реклама займёт всего 2,5 мин на час просмотра, что в разы меньше по сравнению с тем же YouTube.

Компания Kwikset добавила в семейство "умных" замков модель Halo Touch Wi-Fi. Помимо ключей, для доступа в нём используются отпечатки пальцев. В памяти замка можно сохранить до 100 отпечатков пальцев 50 пользователей. Используя фирменное приложение Kwikset, домовладельцы могут удалённо контролировать замки Halo Touch из любой точки мира, где есть Интернет. Замок подключается к домашней сети Wi-Fi напрямую, устраняя необходимость использования сторонних решений — концентраторов "умного" дома или сервисов. По словам производителя, домовладельцы могут быть спокойны, зная, что отпечатки пальцев хранятся локально в замке, а не в облаке. Кроме того, замки Halo Touch защищены от распространённых приёмов взлома, включая выбивание и атаку крутящим моментом. Система безопасности SmartKey Security также позволяет домовладельцам быстро и легко перепрограммировать замки, делая утерянные или невозвращённые ключи бесполезными. К достоинствам замков Halo производитель также относит простоту установки, домовладельцы могут легко сами установить замок. Для настройки требуются сеть Wi-Fi и мобильное приложение Kwikset, доступное для бесплатной загрузки в Apple App Store и Google PlayStore. Halo Touch поддерживает интеграцию с голосовыми помощниками Google Home Assistant и Amazon Alexa.

А вот дистанционная автомобильная зарядка. И не стоит путать дистанционную зарядку с беспроводной. Она, конечно, тоже беспроводная, но тут всё гораздо интереснее. Телефон или любой другой девайс не обязательно класть в определённое место на приборной панели, он может вообще находиться у вас в кармане и при этом всё равно заряжаться благодаря Yank Technologies и её трёхмерным антенным решёткам, которые излучают низкочастотное электромагнитное поле мощностью 30 Вт. В компании успокаивают: от сеанса такой зарядки вы не начнёте светиться в темноте, так как излучение от Yank вдвое меньше, чем во время разговора по мобильному телефону. Однако же, на этом пора заканчивать обзор CES'2020...

*По материалам **Microsoft, Samsung, LG, 3dnews.ru, pcnews.ru, computerra.ru, 4pda.ru, ixbt.com, popmech.ru, cdnews.ru, hi-tech.mail.ru, cnet.com***

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. В новый год — с новой радиостанцией. 1 января в г. Санкт-Петербурге появилось "Радио Ваня" на частоте 90,6 МГц. Станция заменила ранее вещавшее на этой частоте "Радио для двоих" (источник — URL: **https://vk.com/tvradio47?w=wall-67314840_2596** (20.01.20)).

БРЯНСКАЯ ОБЛ. Филиал РТРС "Брянский областной радиотелевизионный центр" с 25 декабря 2019 г. начал вещание программ "Радио России" с региональными вставками на частоте 107,4 МГц на РТС Семячки, расположенной по адресу село Семячки Трубчевского района Брянской обл. (источник — URL: **https://bryansk.rtrs.ru/prof/rtrs-region/newspaper/bryanskiy-filial-nachal-veshchanie-radio-rossii-v-fm-diapazone/** (20.01.20)).

ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛ. 25 декабря в полночь началось вещание радиостанции "Вести FM" в г. Вологде на частоте 100,6 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-38848202_684** (20.01.20)).

ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛ. За пять дней до нового года началось вещание радиостанции "Наше радио" в Воронежской области. Радиослушатели города и области теперь могут настраивать свои радиоприёмники на частоту 100,7 МГц (источник — URL: **https://www.nashe.ru/news/nashe-radio-nachalo-veshchat-v-voronezhe** (20.01.20)).

В самом начале января в г. Борисоглебск пришла радиостанция "Радио Рекорд", вещание идёт на частоте 91,4 МГц (источник — URL: **https://vk.com/glasmedia?w=wall-76328522_8318** (20.01.20)).

КИРОВСКАЯ ОБЛ. На основании плана модернизации сетей аналогового эфирного вещания радиоканалов "Радио России", "Маяк", "Вести FM" с 18 декабря 2019 г. вещание радиоканала "Радио России" в г. Омутнинске и Омутнинском районе осуществляется на частоте 103 МГц.

С 20 декабря 2019 г. прекратил вещание радиоканал "Радио России" на частоте 71,33 МГц (источник — URL: **https://omutninsky.ru/news/71461/** (20.01.20)).

КОМИ РЕСПУБЛИКА. В январе началось вещание радиостанции "Радио Дача" в сёлах Визинга и Объячево на частотах 103,6 МГц и 103 МГц соответственно (источник — URL: **https://vk.com/radiodacha?w=wall-18591998_194423** (20.01.20)).

КРЫМ. В предновогодней Ялте в последние дни декабря 2019 г. начало вещание "Радио Jazz" на частоте 94,8 МГц. Ранее станция начала вещание в г. Симферополе (источник — URL: **https://newsmuz.com/news/2019/radio-jazz-nachalo-veshchanie-v-yalte-44388** (20.01.20)).

ОМСКАЯ ОБЛ. 25 ноября в пос. Шербакуль прошла церемония включения трансляции программ "Радио России". Новый передатчик транслирует программы на частоте 102,8 МГц. Одновременно с оборудованием в Шербакуле УКВ-передатчики были включены ещё в шести районах области: Тарском, Усть-Ишимском, Черлакском, Исилькульском, Называевском, Одесском.

В 2020 г. программа по установке ретрансляторов "Радио России" в районах области будет продолжена (источник — URL: **https://omsk.rtrs.ru/prof/rtrs-region/newspaper/omskiy-filial-rtrs-rasshiryaet-geografiyu-veshchaniya-radio-rossii-v-regione/** (20.01.20)).

ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛ. 31 декабря к сети вещания радиостанции "Love Radio" присоединился г. Пенза. Частота вещания — 96,4 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/6956.htm** (20.01.20)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "Радио России" открыла своё вещание со вставками программ ГТРК "Пермь" в следующих населённых пунктах:

Гайны — на частоте 103,5 МГц;
Кочево — на частоте 101,1 МГц;
Коса — на частоте 103,3 МГц;
Сива — на частоте 103,8 МГц;
Ныроб — на частоте 102,7 МГц.

Всего РТРС планирует установить современное радиопередающее оборудование в 21 населённом пункте Пермского края. В течение 2020 г. трансляцию радиопрограмм "Радио России" со вставками блоков ГТРК "Пермь" планируется организовать в г. Чусовой, пос. Октябрьский, г. Очёр, г. Чернушка, г. Кудымкар, г. Красновишерск, село Карагай и в г. Кизел (источник — URL: **https://vk.com/public79959540?w=wall-79959540_1002** (20.01.20)).

15 января филиал РТРС "Пермский КРТПЦ" начал трансляцию "Радио Книга" в г. Перми на частоте 105,6 МГц, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **https://perm.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-radio-kniga-v-fm-diapazone-v-permi-/** (20.01.20)).

САМАРСКАЯ ОБЛ. С января филиал РТРС "Самарский ОРТПЦ" начинает трансляцию радиостанции "Вести FM" в г. Сызрани. Частота вещания — 104,2 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт. Режим вещания — ежедневно, круглосуточно (источник — URL: **https://samara.rtrs.ru/prof/rtrs-region/newspaper/rtrs-nachinaet-translyatsiyu-radiostantsii-vesti-fm-v-syzrani/** (20.01.20)).

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ. 15 января в г. Михайловске на частоте 96,9 МГц началось вещание радиостанции "Радио родных дорог" (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_13743** (20.01.20)).

ТАТАРСТАН. С 1 января радиостанция "Радио Ваня" начала работу в г. Зеленодольске на частоте 103,7 МГц. Программы также слышны в расположенном неподалёку г. Волжске Республики Марий Эл (источник — URL: **https://vk.com/radiovanya16?w=wall-125704024_6816** (20.01.20)).

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. В январе началось вещание радиостанции "Радио Дача" в г. Нелидово на частоте 104,4 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiodacha?w=wall-18591998_194423** (20.01.20)).

ТОМСКАЯ ОБЛ. В дружной семье радиостанции "PIFM/ПИФМ" — пополнение! С конца декабря прошлого года её принимают в г. Томске на частоте 101,3 МГц (источник — URL: **https://vk.com/pifmradio?w=wall-23006618_6024** (20.01.20)).

УДМУРТИЯ. 24 декабря филиал РТРС "Удмуртский РРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио Максимум" в г. Ижевске. Частота вещания — 93,5 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт. Радиостанция доступна для жителей Ижевска и окрестностей (источник — URL: **https://udmurtiya.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radio-maksimum-v-izhevske/** (20.01.20)).

ЯКУТСК. Радиостанция "Радио Дача" на частоте 88,3 МГц в г. Якутске начала своё вещание в конце декабря (источник — URL: **https://vk.com/radiodacha?w=wall-18591998_192303** (20.01.20)).

ЯРОСЛАВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Эхо Москвы Ярославль" закрылась. С 1 января на частотах 103,5 МГц в г. Рыбинске и 106,5 МГц в г. Ярославле работает радио "Маруся FM" (источник — URL: **http://gazeta-rybinsk.ru/2020/01/02/61349?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews** (20.01.20)).

Сеть вещания "Радио Искатель" продолжает расширяться. С января станцию можно слушать в г. Переславле-Залесском на частоте 89,9 МГц. Расположенный в Ярославской области этот город входит в Золотое кольцо России (источник — URL: **https://radioiskatel.ru/all-news/radio-iskatel-prixodit-v-pereslavl-zalesskij/** (20.01.20)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. В связи с планами "Би-би-си" по оптимизации бюджета и улучшению качества трансляций в январе 2018 г. были закрыты 13 средневолновых передатчиков BBC: Radio Sussex, Surrey, Humberside, Wiltshire, Nottingham, Kent, и Lincolnshire. Это не явилось какой-то неожиданностью, а стало первым этапом плана, анонсированного "Би-би-си" ещё в 2011 г. По нему, начиная с февраля и заканчивая серединой 2020 г., компания подойдёт к реализации второго этапа, закрыв ещё 18 средневолновых передатчиков в Англии, Шотландии и Уэльсе.

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Это вызвано тем, что большая часть прослушивания радиопередач в Великобритании (включая "Би-би-си") приходится на цифровые платформы, и эта часть постоянно растёт. Радиокомпания также следит за тем, чтобы способы доставки сигнала были выгодными по соотношению цена/качество для конечного слушателя, уплачивающего абонентскую плату.

Менеджмент "Би-би-си" видит радио в будущем именно цифровым — компания в последние несколько лет расширила местное DAB-вещание, сделав все местные радиостанции доступными в пакете цифрового ТВ, а также трансформировала онлайн-вещание с помощью нового мобильного приложения "BBC Sounds". Вместе с УКВ-вещанием данные способы прослушивания передач превалируют над средневолновым вещанием, делая его всё менее выгодным для вещателя.

Ниже представлен список местных станций, которые больше не будут вещать на средних волнах:

"Three Counties Radio" (3CR);
"Radio Merseyside";
"Radio Newcastle";
"Radio Solent" (for Dorset).;
"Radio Solent";
"Radio Cornwall";
"Radio York".

Сократят средневолновое вещание также "Radio Scotland", "Radio Wales", "Radio Cumbria" и "Radio Norfolk". Можно смело резюмировать, что эпоха средневолнового радиовещания в Великобритании близится к завершению (источник — URL: **https://www.bbc.co.uk/blogs/aboutthebbc/entries/8bda7cd8-fdf8-41f5-8f3c-212cf5f7c86f?fbclid=IwAR2eN4hLKN2I1mAOmtrgr1rbywRHiZYkD4Xx6-jcrpdK_jNgVLJ8IG0g5wA** (20.01.20)).

ГЕРМАНИЯ/ФРАНЦИЯ. Привычные способы прослушивания радиопередач уходят в прошлое, а влияние цифровых платформ увеличивается. Вот и радиостанция "Europe 1", долгое время транслировавшая программы на длинноволновой частоте 183 кГц, в полночь с 31 декабря 2019 г. на 1 января 2020 г. прекратила свою работу. Станция находилась в местечке Felsberg (Германия, земля Гессен).

Вещание радиостанции "Europe 1" началось 1 января 1955 г., трансляции на французском языке охватывали Швейцарию, Бельгию и Францию. Высота мачт антенны — 277 м (источник — URL: **https://www.lalettre.pro/Europe-1-coupe-son-emetteur-Grandes-Ondes_a21453.html** (20.01.20)).

ИРАН. С 23 декабря прошлого года изменилось время выхода в эфир вечерней передачи радиостанции "Голос Исламской Республики Иран" на русском языке на коротких волнах. Теперь она звучит с 16.50 до 18.50 на частоте 9835 кГц.

Таким образом, вечерняя трансляция на коротких волнах стала двухчасовой, но выходит в эфир теперь позже. Вещание на средневолновых частотах 702 кГц и 1449 кГц идёт по прежнему расписанию: с 19.20 до 20.20 и с 13.20 до 14.20. Утренняя передача на коротких волнах на частоте 9550 кГц в эфире без изменений — с 03.20 до 04.20 (источник — URL: **https://parstoday.com/ru/radio/frequencies** (20.01.20)).

КИТАЙ. Радиостанция CNR-13, вещающая на уйгурском языке, транслирует ежедневно с 12.00 до 13.00 концерты западной поп-музыки, объявляя названия песен на английском языке на частотах 720, 855, 1422, 9420 и 9890 кГц.

CNR ("China National Radio") ведёт вещание для национальных меньшинств на казахском, уйгурском, монгольском, корейском и других языках. Автору рубрики известно о семнадцати каналах CNR, каждый выходит в эфир под своим номером.

Есть каналы "Business Radio" (экономика и научно-технические программы для всего мира), "Music Radio" (музыка в стереоформате в основном на УКВ-диапазоне), "Metro Radio" (вещание только для Пекина), "Cross-straits Radio" (трансляции для Тайваня), "Story Radio" (развлекательные программы, юмор, истории из жизни) и т. д.

Структура китайского внешнего и внутреннего вещания очень развита, надеемся, что когда-нибудь в рубрике программам из этой страны будет уделено больше внимания.

МОЛДОВА. "Radio Moldova Actualitati" (по-русски: "Радио Молдова 1") в диапазоне средних волн работает на частотах 873 кГц и 1494 кГц. Для трансляции программ используются передатчики: на первой частоте — мощностью 50 кВт (г. Кишинёв), на второй — в городах Единцы и Кагул (каждый — по 20 кВт). На русском языке транслируются новости в следующих временных блоках: с 07.00 до 07.10; с 09.00 до 09.05 (пн.—пт. до 09.10); с 12.00 до 12.05 (пн.—пт. до 12.10); с 17.00 до 17.10 (пн.—пт.); с 17.10 до 17.40 (вторник); с 8.35 до 18.55 (вт., ср.); с 9.00 до 19.15 (пн.—пт.); с 19.15 до 19.45 (понедельник).

ПОЛЬША. Начиная с нового года слушатели смогут настраиваться на английскую службу "Radio Poland" с помощью новой схемы ретрансляции на средневолновой частоте 1386 кГц. Трансляции доступны с 13.00 до 14.00 семь дней в неделю. Они транслируются с передатчика, которым управляет "Radio Baltic Waves International" в местечке Vieљintos, Литва (источник — URL: **https://www.polskieradio.pl/395/7789/Artykul/2425359,Radio-Poland-expands-coverage** (20.01.20)).

ТАЙВАНЬ. Начиная с 10 января Русская служба МРТ ("Международное радио Тайваня") отменила вещание на частоте 9590 кГц с 14.00 до 15.00 из-за сильных помех от радиостанции материкового Китая и перешла на частоту 9490 кГц с новым временем — с 11.00 до 12.00 (источник — URL: **https://ru-ru.facebook.com/rtiruss/posts/290784067590215 8?__xts__[0]=68.ARCxZY1OWIb0H7DHi6kC5ds7PwaFsHrTtqkccS7F9V8keHbdEwiTvAi0vCuRDuK9B_zPf19hC2CTvsgpPORT2Y46JNBT9cBfpHvSTb4DA0LHBd5U3s8IUku5TR_RdGnJqUHwD4alsNwZmvwqtXSSpFJeJPig2xXFoXgtp71o8bL3GbLIgv2Pa_QWRskeiz_RK697IkXtS13ag9Pb6ncRAug-5L2EsnnCKXJrfL8paMDaIJy9FHII9c6vUO-ylk1trML8arliUOsldZZO5FQoNbtf0sMIKfSHxR3IYZIOqIPoa9jew_asKLIcZJPo5HK-3oyN4QxwkgW00zKpKYZItrJwxw&__tn__=-R** (20.01.20)).

Хорошего приёма и 73!

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Включение и выключение телевизора с использованием возможностей DVB-T2-ресивера

М. КОЖАНОВ, г. Волгоград

За последнее время на страницах журнала "Радио" был опубликован ряд статей [1—3], в которых описывались устройства, обеспечивающие синхронное включение и выключение DVB-T2-ресивера и телевизора. Эта статья является продолжением данной темы.

В ходе разработки устройства были исследованы функциональные особенности двух DVB-T2-ресиверов различных фирм-производителей. Результаты оказались несколько неожиданными.

В частности, в моделях ORIEL 421 и REXANT RX-521 на USB-разъёме напряжение 5 В присутствует постоянно, независимо от того, в каком режиме находится ресивер, в рабочем или дежурном. Поэтому использовать USB-разъём указанных выше моделей для включения и выключения телевизора не представляется возможным.

Что касается использования для этих целей напряжения на антенном входе, которое предназначено для питания усилителя активной телевизионной антенны (так называемое фантомное питание), то здесь тоже не без проблем. Так, у модели ORIEL 421 (при установленной в меню ресивера опции "Питание антенны" — "ВКЛ") напряжение на антенном входе появляется сразу в момент включения ресивера, но только на 1 с, и затем через 12 с это напряжение устанавливается уже постоянно. Если для управления телевизором использовать устройство, схема которого представлена в [1] на рис. 3, то этого секундного импульса может быть достаточно для срабатывания реле, затем его последующего отключения и очередного (через 12 с) включения. Всё это может отрицательно сказаться на работоспособности телевизора.

В то же время указанное устройство хорошо работает с ресивером REXANT RX-521, поскольку напряжение на антенном входе этой приставки устанавливается в момент её включения. Но и здесь есть свои проблемы. Как показали измерения, напряжение холостого хода на антенном входе ресивера REXANT RX-521 равно 4,98 В, а при подключении реле в качестве нагрузки оно несколько снижалось. Результаты измерений при подключении к антенному входу различных реле с рабочим напряжением 5 В приведены в **табл. 1**, где U_{xx} — напряжение на антенном входе в режиме холостого хода; $U_р$ — напряжение на реле при подключении его к антенному входу; $I_р$ — ток через обмотку реле.

К сожалению, в сопроводительной технической документации не указан максимальный ток нагрузки, на который рассчитан антенный вход ресивера, но по результатам, приведённым в табл. 1, видно, что он близок к номинальному для реле. Поэтому подключение к ресиверу ещё и активной телевизионной антенны в данном случае может быть проблематичным.

Таблица 1

№ п/п	Тип реле	U_{xx}, В	$U_р$, В	$U_р/U_{xx}$, %	$I_р$, мА
1	DS1E-M-DC 5V	4,98	4,32	86,7	70,3
2	HLS-14F3L-DC 5V-C		4,16	83,5	80,3
3	845HN-2C-C 5V-DC		4,03	80,9	82,0
4	РЭС10 (РС4524304)		4,00	80,3	83,3

Исходя из всего вышесказанного было принято решение о разработке устройства включения и выключения телевизора с использованием возможностей указанных выше ресиверов. При этом: для питания разрабатываемого устройства использовать напряжение антенного входа; необходимо обеспечить помехоустойчивость к однократным выбросам постоянного напряжения на антенном входе, о которых уже было сказано выше; для сохранения возможности подключения к ресиверу активной телевизионной антенны в установившемся режиме потребляемый устройством ток должен быть не более 20 мА.

В литературе описано много схемных решений, позволяющих эксплуатировать реле в экономичном режиме — при напряжении питания ниже, чем напряжение срабатывания реле. В основу предлагаемой разработки (**рис. 1**) положено устройство из [4]. Работает оно следующим образом. После подачи напряжения питания транзистор VT1 находится в закрытом состоянии, а конденсатор C1 заряжается через элементы R3 и VD1 до напряжения, близкого к напряжению питания $U_{пит}$. При этом протекающий через диод VD1 и обмотку реле K1 ток недостаточен для срабатывания последнего. При поступлении на вход управляющего импульса положительной полярности транзистор VT1 открывается, плюсовой вывод конденсатора C1 подключается на общий провод схемы, при этом диод VD1 закрывается, так как к нему приложено в обратном направлении напряжение конденсатора C1. В итоге конденсатор C1 своей плюсовой обкладкой будет подключён к минусу источника питания, и как результат — к обмотке реле K1 будет приложен импульс напряжения, близкий к удвоенному напряжению питания. Реле сработает и будет находиться в таком состоянии и после разрядки конденсатора C1, так как ток через обмотку реле будет поддерживаться током через открывшийся диод VD1.

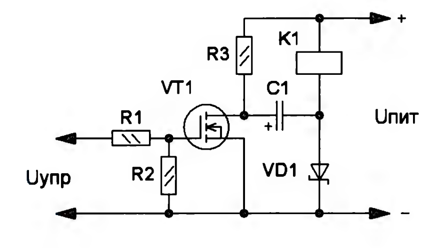


Рис. 1

Таблица 2

№ п/п	Тип реле	$U_{сраб}$, В	$0,5U_{сраб}$, В	$U_{пит}$, В	$U_{отп}$, В	$I_{ном}$, мА	$I_{сраб}$, мА	$I_{отп}$, мА
1	TRA3L-12VDC-S-2Z	8,5	4,25	5	2,7	43,6	30,2	9,9
2	507-2AH-F-C 12VDC	7,1	3,55		2,9	43,8	26,2	10,7
3	RGI TGL200 3796 30.6-112	5,3	2,65		1,6	45,8	20,2	6,1

Анализ этого устройства показывает, что для его нормальной работы должны выполняться следующие условия: $U_{пит}>0,5U_{сраб}$ и $U_{пит}>U_{отп} + U_{VD1}$, где $U_{отп}$ — напряжение отпускания реле; $U_{сраб}$ —

напряжение срабатывания реле. Использование полевого транзистора и диода Шоттки связано с тем, что в открытом состоянии на них падает меньшее напряжение по сравнению с биполярным транзистором и кремниевым диодом.

Работоспособность устройства была проверена с использованием реле (из тех, что были под рукой), с номинальным напряжением 12 В. Результаты измерений приведены в **табл. 2**, где $I_{ном}$ — номинальный ток реле при напряжении на его обмотке 12 В; $I_{сраб}$ — ток срабатывания реле; $I_{отп}$ — ток отпускания реле.

Из табл. 2 видно, что все реле отвечают требованиям, упомянутым выше, что и подтвердилось в ходе эксперимента — все реле уверенно срабатывали. Окончательный выбор был сделан в пользу реле 507-2AH-F-C 12VDC, так как реле № 3, несмотря на очень хорошие

В результате было разработано и изготовлено устройство, схема которого показана на **рис. 2**. Работает оно следующим образом. На элементах DD1.1 и DD1.2 собран формирователь управляющих импульсов. Использована микросхема К561ТЛ1, которая содержит в своём составе четыре элемента 2И-НЕ с триггерами Шмитта на входах. Отличие данной микросхемы от обычных КМОП-элементов состоит в том, что триггеры Шмитта позволяют получить чёткий выходной сигнал при сравнительно медленном нарастании напряжения на входе. Этот фактор и явился определяющим при выборе типа микросхемы. Передаточная характеристика каждого элемента данной микросхемы имеет два порога: напряжение срабатывания U_{01} и напряжение отпускания U_{10}. Разность этих напряжений — напряжение гистерезиса. В соответствии с [5] типовые значения пороговых напряже-

через резистор R5 и диод VD4, ток, протекающий через обмотку реле K1, недостаточен для его срабатывания.

Когда напряжение на конденсаторе C1 превысит порог высокого логического уровня, на выходе элемента DD1.1 установится напряжение низкого уровня, которое инвертируется элементом DD1.2, транзистор VT1 откроется и, как уже было описано выше, реле K1 сработает, замкнув своими контактами K1.1 и K1.2 цепь питания телевизора.

По мере зарядки конденсатора C2 ток через него падает, тем самым уменьшается падение напряжения на резисторе R2. Когда оно сравняется с напряжением низкого логического уровня, на выходе 3 элемента DD1.1 вновь установится напряжение высокого уровня, а на выходе DD1.2 — низкого. Транзистор VT1 закроется, тем самым потребляемый ток будет уменьшен примерно на 16 мА (ток, протекающий

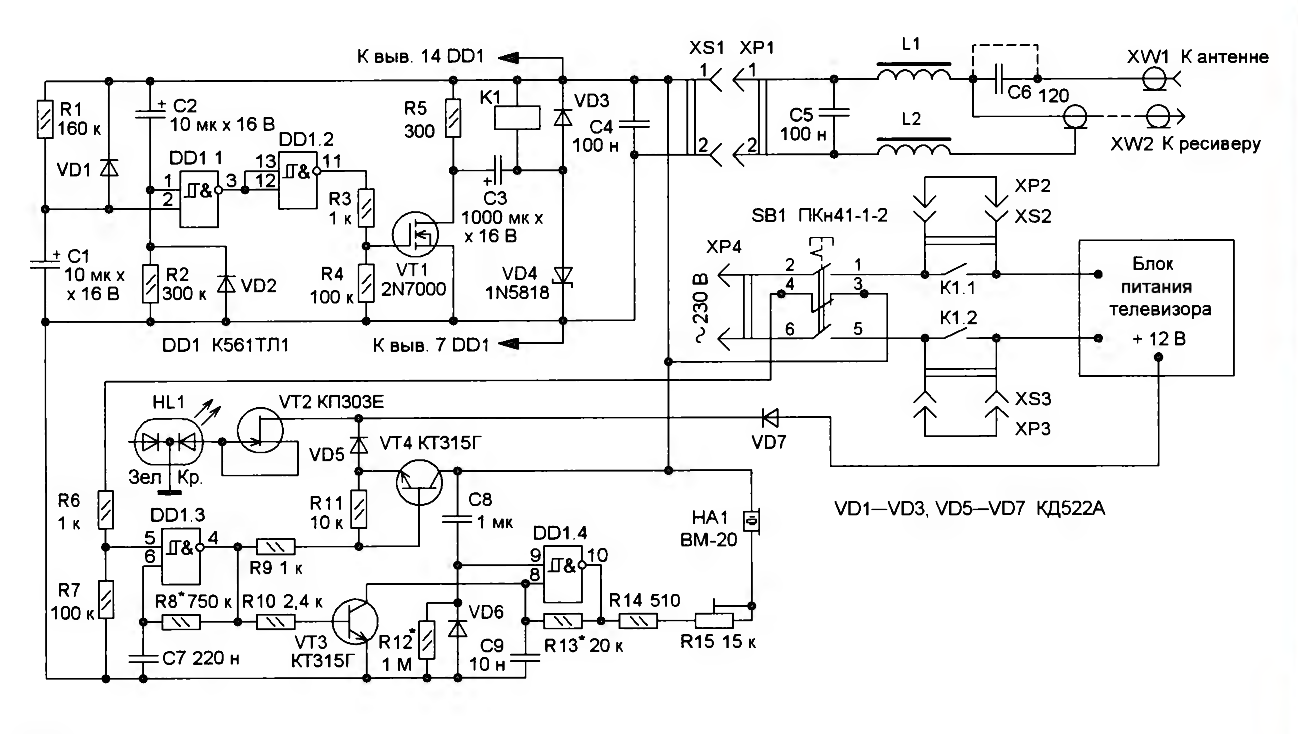


Рис. 2

параметры $U_{сраб}$ и $U_{отп}$, имеет недостаточную, для данного случая, нагрузочную способность контактов — небольшой максимальный коммутируемый ток, а реле № 1 имело небольшую разницу между $0{,}5U_{сраб}$ и $U_{пит}$. Этот фактор нельзя сбрасывать со счетов, как показали измерения, напряжение на антенном входе в режиме холостого хода у различных ресиверов тоже отличается. Так, у модели ORIEL 421 оно было 5,17 В, а у REXANT RX-521 — 4,98 В.

Обязательным требованием для нормального функционирования устройства на рис. 1 является выполнение условия, при котором после подачи на него напряжения питания управляющий импульс на транзистор VT1 должен поступать с задержкой, обеспечивающей полную зарядку конденсатора C1.

ний для данной микросхемы при напряжении питания 5 В составляют U_{01} = 3 В и U_{10} = 2,2 В.

При появлении напряжения на антенном входе ресивера через конденсаторы C1 и C2 начнут протекать зарядные токи, которые вызовут падения напряжения на резисторах R1 и R2, близкие по величине к напряжению источника питания. На выводах 1 и 2 элемента DD1.1 установятся, соответственно, напряжения высокого и низкого логического уровней. Как следствие, на выходе элемента (вывод 3) будет присутствовать напряжение высокого уровня, которое инвертируется элементом DD1.2, и на его выходе (вывод 11) установится напряжение низкого логического уровня. В результате транзистор VT1 закрыт, конденсатор C3 заряжается

через резистор R5). При этом, как уже было сказано выше, реле K1 будет оставаться в рабочем положении, так как $U_{отп}$<$U_{пит}$. И только после выключения ресивера или перевода его в дежурный режим реле K1 будет обесточено (по причине отключения фантомного питания) и цепь питания телевизора будет разорвана.

Из описания работы следует, что для нормального функционирования устройства необходимо выполнение следующих условий: время задержки подачи управляющего импульса должно быть больше или равно времени зарядки конденсатора C3; длительность управляющего импульса должна быть больше или равна времени полной разрядки конденсатора C3. Цепь R1C1 определяет длительность задержки

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

управляющего импульса, подаваемого на затвор транзистора VT1, другими словами — время, отводимое конденсатору С3 для его зарядки до напряжения питания около 1,6 с.

Эта задержка превышает длительность секундного импульса, который появляется на антенном входе ресивера модели ORIEL 421 в момент его включения, тем самым осуществляется его "фильтрация", и срабатывание реле К1 не происходит. Чтобы после такого "ложного" импульса привести устройство в исходное состояние, в его состав включены диоды VD1 и VD2, которые выполняют функцию быстрой разрядки конденсаторов С1 и С2 при отключении напряжения питания. Цепь R2C2 определяет длительность управляющего импульса — около 1,4 с. В момент времени, когда длительность управляющего импульса превысит время разрядки конденсатора С3, последний будет подключён к источнику питания через открытый канал полевого транзистора VT1 и обмотку реле К1 в обратном направлении, однако это не будет иметь для него нежелательных последствий, так как на тот момент он будет зашунтирован открытым диодом VD4.

На этом можно было бы и поставить точку, но возникают очередные "но". В ходе изучения особенностей функционирования приведённых выше моделей ресиверов было установлено, что всем им присущ общий недостаток — при подаче на них сетевого питающего напряжения все они сразу же входят в рабочий режим, минуя дежурный. Это означает, что при пропадании сетевого напряжения и его повторном включении цифровой ресивер будет переводить управляемый им телевизор в рабочее состояние. Поэтому возможны случаи, когда при возвращении домой вы застанете тандем телевизор—DVB-T2-ресивер во включённом состоянии. К сожалению, то же самое может произойти и в ночное время. Как отмечено в [1—3], указанный недостаток присущ и другим моделям DVB-T2-ресиверов. Решение данной проблемы посредством отключения ресивера от сети тоже не всегда целесообразно, так как многие модели в дежурном режиме имеют индикацию текущего времени. По этой причине контакты реле К1.1 и К1.2 желательно включить в разрыв сетевых проводов последовательно с выключателем телевизора. Таким образом, отключив питание телевизора его штатным выключателем, можно контролировать ситуацию во время вашего длительного отсутствия. Необходимость такой доработки вызвана ещё и тем фактом, что при работе ресивера в режиме запрограммированной записи на внешний носитель телевизор также будет автоматически включаться.

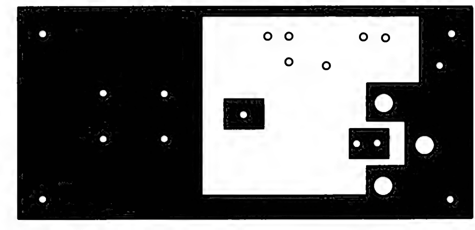
Ещё одна проблема заключается в том, что, как следует из алгоритма работы устройства, задержка подачи сетевого напряжения на телевизор составляет примерно 2 с, к которой необходимо добавить ещё и время на запуск блока питания телевизора. Таким образом, телевизор "оживёт" примерно через 4...5 с после включения ресивера, но это при условии, что напряжение фантомного питания на его антенном входе появится сразу при включении (в нашем случае примером может служить модель REXANTRX-521).

Что же касается модели ресивера ORIEL 421, здесь всё несколько сложнее. В начале статьи уже были приведены особенности функционирования данного ресивера, из анализа которых следует, что в данном случае (при тех же условиях) телевизор "оживёт" примерно через 17...18 с. Это время может показаться вечностью, особенно, если трансляция футбольного матча уже началась... Чтобы "скоротать" это время, было принято решение дополнить устройство элементами оптической и звуковой сигнализации, по характеру поведения которых можно судить о состоянии подготовки телевизора к включению.

Следует сразу отметить, что устройство индикации разработано для частного случая доработки, приведённого на рис. 3 в [6]. Элементы этого устройства (в упрощённом виде) выделены на рис. 2 синим цветом. Работает устройство следующим образом. На элементах DD1.3 и DD1.4 собраны генераторы импульсов соответственно тактовой и ЗЧ. Сначала рассмотрим случай, когда сетевой выключатель телевизора SB1 находится в положении "Выключено", что соответствует замкнутым контактам 3 и 4. При подаче на устройство напряжения питания через эти контакты и резистор R6 на вывод 5 элемента DD1.3 поступает напряжение высокого логического уровня, генератор тактовых импульсов запускается. С его выхода (вывод 4 DD1.3) управляющие импульсы поступают на ключи, выполненные на транзисторах VT3 и VT4. При этом тактовые импульсы с эмиттера транзистора VT4 через диод VD5 и полевой транзистор VT2, включённый по схеме генератора тока, поступают на красный кристалл двухцветного светодиода HL1. Вспыхивание этого светодиода будет сигнализировать о необходимости включения телевизора. Одновременно с подачей на устройство напряжения питания через конденсатор С8 начнёт протекать зарядный ток, который вызовет падение напряжения на резисторе R12, близкое к напряжению источника питания. На выводе 9 элемента DD1.4 установится напряжение высокого логического уровня, и генератор ЗЧ запускается. К его выходу (вывод 10) через резисторы R14 и R15 подключён пьезокерамический излучатель НА1. Излучаемый им звуковой сигнал имеет прерывистый характер, так как транзисторный ключ VT3 с частотой тактовых импульсов будет блокировать работу генератора, замыкая вывод 8 элемента DD1.4 на общий провод.

По мере зарядки конденсатора С8 напряжение на резисторе R12 уменьшается. Когда оно достигнет низкого логического уровня, работа генератора ЗЧ будет заблокирована, так как роль звукового сигнала — предупредить о необходимости включения телевизора, а не выполнять функцию будильника. При номиналах элементов С7, R8, С8 и R12, указанных на схеме, устройство подаст три звуковых сигнала, чего вполне достаточно для привлечения внимания. При этом желаемую громкость звукового сигнала можно установить подстроечным резистором R15. Что же касается прерывистого свечения красного кристалла светодиода HL1, оно будет продолжаться до тех пор, пока не будет включён телевизор.

Если сетевой выключатель SB1 перевести в положение "Включено" (контакты 3 и 4 разомкнуты), на выводе 5 элемента DD1.3 будет напряжение низкого логического уровня, поэтому работа генератора тактовых импульсов блокируется, и на его выходе (вывод 4 элемента DD1.3) установится напряжение логической единицы. В результате транзисторы VT3 и VT4 открываются, работа генератора ЗЧ блокируется, а



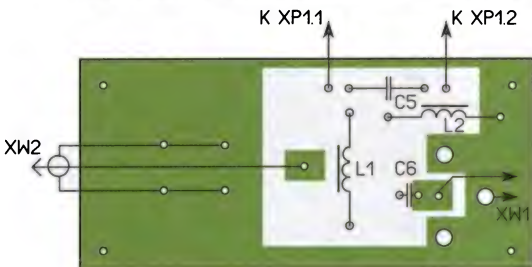


Рис. 3

свечение красного кристалла светодиода HL1 станет непрерывным, сигнализируя о том, что телевизор находится в режиме ожидания включения. После срабатывания реле K1 через его замкнутые контакты K1.1 и K1.2 сетевое напряжение поступит на блок питания телевизора и он запускается. Напряжение +12 В с блока питания поступает на анод диода VD7 и открывает его. При этом диод VD5 закрывается, так как напряжение на его аноде около +5 В. Полевой транзистор VT2 включён по схеме стабилизатора тока, поэтому ток через светодиод HL1 будет стабильным и яркость свечения не изменится, но запитан он будет не от ресивера, а от блока питания телевизора. При этом после включения телевизора на зелёный кристалл светодиода HL1 поступает напряжение, вызывающее его свечение. В результате одновременного свечения двух кристаллов этого светодиода получится жёлтое свечение, которое будет сигнализировать о том, что телевизор находится во включённом состоянии.

Диод VD6, который подключён параллельно резистору R12, защищает вывод 9 элемента DD1.4 от отрицательного импульса разрядного тока конденсатора C8, который формируется при отключении питания.

Питание устройства осуществляется через развязывающее устройство, схема которого позаимствована из [1]. Собрана оно на элементах C5, C6, L1 и L2, которые смонтированы на отдельной печатной плате (**рис. 3**) из двустороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм. Фольга со стороны деталей используется в качестве общего провода. Для этого по периметру платы сверлят несколько отверстий, совпадающих с общим проводом развязывающего устройства, в них вставляют отрезки медного провода, которые пропаивают с обеих сторон платы. Следует обратить внимание на то, что фольгу со стороны деталей в местах, совпадающих с другой стороной платы с токонесущими дорожками, необходимо удалить. Если этого не сделать, образуется паразитный конденсатор. Ёмкость его будет небольшой, примерно 0,9 пФ, но учитывая, что вещание в цифровом формате ведётся в дециметровом диапазоне частот, ёмкостное сопротивление такого конденсатора может составлять всего несколько сотен ом. Размещают плату в отдельном пластмассовом корпусе подходящих размеров (**рис. 4**).


Рис. 4

В установившемся режиме потребляемый устройством ток равен 18,3 мА, поэтому если планируется использовать активную антенну, взамен конденсатора C6 необходимо установить проволочную перемычку (на схеме она показана штриховой линией).

Отдельно следует остановиться на антенных усилителях. Эффективность их работы оценивалась с использованием встроенной в DVB-T2-ресивер опции — "Информация о текущем канале" по показателю "Интенсивность" (кнопка на пульте дистанционного управления "INFO").

Рис. 5

Как показал эксперимент, в случае использования антенного усилителя УАТ-777 (производитель ЗАО "Электра") при напряжении питания 5 В и потребляемом токе 6 мА показатель интенсивности сигнала на первом и втором мультиплексах составил 100 %. У антенного усилителя польского производства SWA-3 (ток потребления — 11 мА) показатель интенсивности на первом мультиплексе равен 94 % и 92 % — на втором. Для сравнения, при приёме на ту же антенну, без антенного усилителя, показатель интенсивности сигнала составил на первом мультиплексе 82 %, а на втором — 74 %.

Большинство элементов устройства (за исключением элементов развязывающего устройства) смонтированы на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой показан на **рис. 5**. Внешний вид одного из вариантов смонтированной печатной платы — на **рис. 6**.

КП303Д, но в этом случае будет некоторая потеря яркости свечения светодиода HL1, это обусловлено тем, что эти транзисторы имеют начальный ток стока примерно в два раза меньше. Транзисторы КТ315Г можно заменить транзисторами серии КТ3102 с любым буквенным индексом. Диод 1N5818 можно заменить диодами 1N5817 или 1N5819, остальные диоды — любые из серий КД522, 1N4148, 1N4448.

Реле — 507-2AH-F-C 12VDC, его можно заменить аналогичным с номинальным напряжением обмотки 12 В и двумя группами замыкающих контактов, рассчитанных на ток не менее 5 А напряжением 230 В, ориентируясь при этом на данные табл. 2 (предпочтение следует отдать реле с меньшим напряжением и током срабатывания). В случае замены реле, возможно, потребуется корректировка топологии печатной платы (следует отметить, что топология печатной платы допускает использование реле TRA3L-12VDC-S-2Z).

диода Шоттки 1N5818 можно использовать диод КД522, а полевой транзистор 2N7000 можно заменить транзистором КТ315, но лучше — КТ3102, так как в этом случае не придётся перерабатывать топологию печатной платы. Следует обратить внимание на то, что при замене полевого транзистора на биполярный сопротивление резистора R4 должно быть 1 кОм.

Размещение печатной платы внутри корпуса телевизора зависит от его конструктивных особенностей, но желательно установить её ближе к блоку питания. Но прежде чем устанавливать плату в корпус телевизора, необходимо предварительно проверить её работоспособность и произвести предварительные настройки в тандеме с ресивером. Если выбор реле осуществлён с учётом приведённых в статье рекомендаций и на антенном входе ресивера напряжение фантомного питания появляется сразу после его включения или с некоторой задержкой, то проблем с включением телевизора возникать не должно.

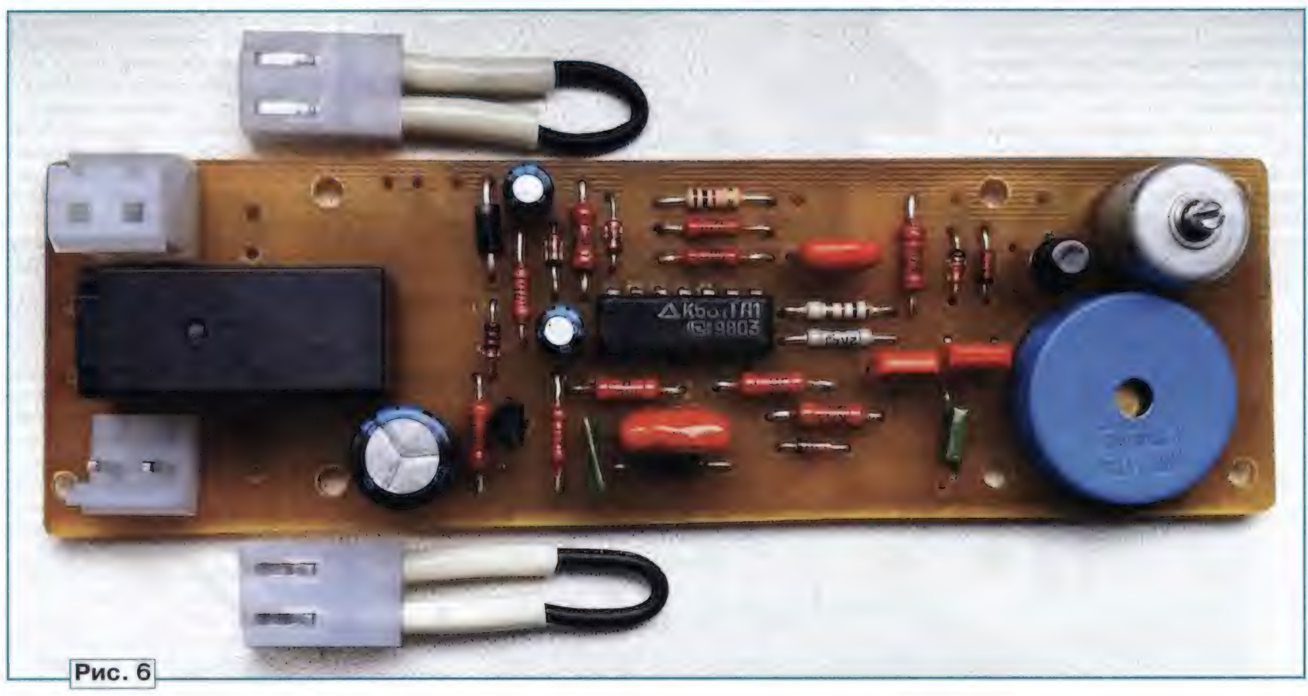


Рис. 6

В устройстве можно применить постоянные резисторы МЛТ, подстроечный — СП4-1, оксидные конденсаторы — импортные, остальные — керамические или плёночные (КМ или К73-17). Пьезокерамический излучатель — импортный BM-20 MEHTA, его можно заменить на ЗП-5 или ЗП-19. В качестве телевизионного ВЧ-разъёма XW1 развязывающего устройства использовалось гнездо на плату TV-205, L1 и L2 — дроссель ДПМ 0,6-10 либо импортные EC24 индуктивностью 10 мкГн. Взамен микросхемы К561ТЛ1 можно использовать её зарубежный аналог CD4093A.

Определяющим фактором при выборе транзистора VT2 является такой параметр, как начальный ток стока (при $U_{зи}$ = 0 В). Для КП303Е он находится в пределах от 5 до 20 мА. Его можно заменить транзистором КП303Г или

Таблица 3

№ п/п	VT1	VD1	$U_{пит}$, В	U_{VT1}, В	U_{VD1}, В	$U_{сраб}$, В
1	2N7000	1N5818	5	0,14	0,55	9,31
2	КТ315	КД522		0,4	1,1	8,5

Полевой транзистор 2N7000 можно заменить биполярным транзистором, а диод Шоттки (VD4) обычным кремниевым диодом. В **табл. 3** приведены данные расчёта для этих двух вариантов. Но в этом случае несколько сократится перечень пригодных реле, указанных в табл. 2. Из этого списка выпадает реле № 1, что и подтвердилось в ходе эксперимента. Поэтому, если в вашем распоряжении окажется реле с напряжением срабатывания 7 В и менее, взамен

Если же это напряжение изменяется аналогично, как у модели ORIEL 421, то всё будет зависеть от длительности этого "ложного" импульса. В случае, если по длительности он равен или превышает постоянную времени цепочки R1C1, придётся пересчитать номинал резистора R1 с учётом приведённых выше требований. Не исключено, что возможны и иные варианты поведения напряжения фантомного питания, поскольку разработчики ресиверов могли приготовить нам и другие "сюрпризы". Подборкой резистора R13 можно изменять частоту генератора ЗЧ, тем самым настроив его на резонансную частоту

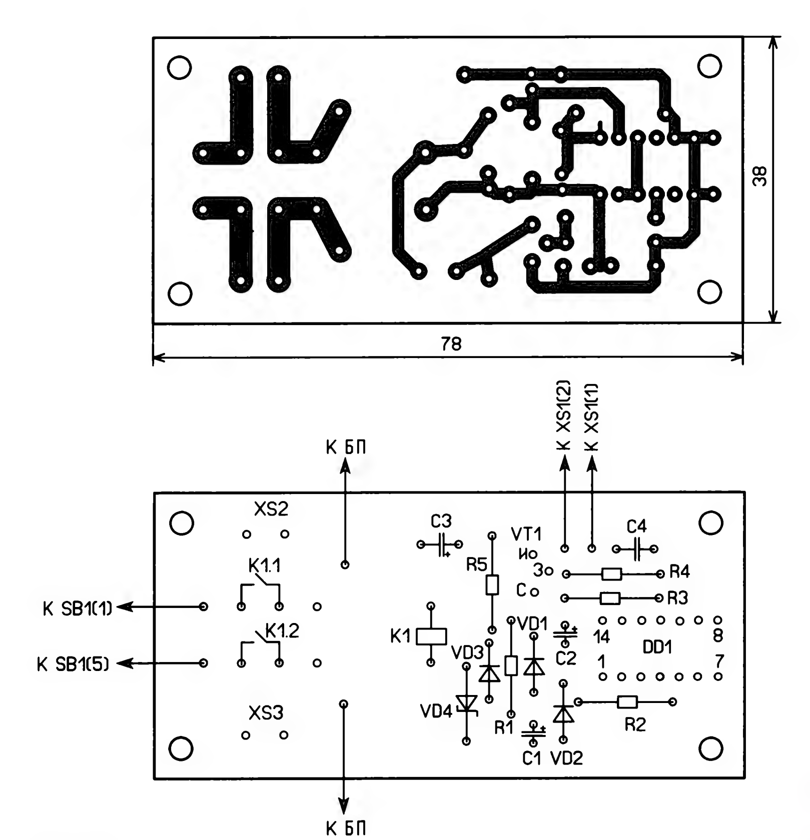


Рис. 7

используемого вами пьезокерамического излучателя HA1. Подборкой резистора R12 можно изменить число звуковых сигналов, которые выдаст генератор. Для более точной настройки (чтобы не было "обрезанных" по времени пачек импульсов звуковой частоты) можно поварьировать сопротивлением резистора R8, правда, при этом изменится и частота вспышек красного кристалла светодиода HL1, но это не столь критично.

Если в цепи питания в разъёмном соединении в качестве XS1 будет использоваться гнездо модели DS-025B (как в авторском варианте на рис. 4), которое имеет металлический корпус с креплением под гайку, то обязательным условием в этом случае является отсутствие электрического контакта данного гнезда с шасси телевизора. Это объясняется тем, что между общим проводом устройства (см. рис. 2) и общим проводом телевизора включён дроссель L2, т. е. несоблюдение данного требования приведёт к тому, что этот дроссель будет закорочен.

В случае поломки телевизора, чтобы не возникли проблемы с его включением в ходе проведения ремонта, в устройстве предусмотрены технологические разъёмные соединения XS2, XP2 и XS3, XP3, которые подключены параллельно контактам реле K1.1 и K1.2. К сожалению, найти изолированные розетки, устанавливаемые на плату, оказалось непростой задачей, поэтому для этой цели были использованы вилки MPW-2. Учитывая, что (в данном случае) на открытых контактах MPW-2 будет присутствовать сетевое напряжение, для их изоляции необходимо использовать розетки MHU-2 (см. рис. 6).

Следует обратить внимание, особенно начинающих радиолюбителей, на необходимость соблюдения правил техники безопасности в процессе монтажа данного устройства, так как на его печатной плате находятся цепи, непосредственно связанные с сетью 230 В.

Ещё один момент, на который хотелось бы обратить внимание. Если предлагаемые в статье доработки телевизора уже выполнены, могут возникнуть проблемы с настройкой только что приобретённого DVB-T2-ресивера. Связано это с тем, что в заводских установках опция "Питание антенны" находится в выключенном состоянии. Решить проблему можно следующими способами: настроить ресивер на другом телевизоре, не имеющем таких доработок; либо подключить к гнезду XS1 сетевой адаптер на 5 В и произвести необходимые настройки; третий вариант — вскрыть корпус телевизора и установить на время настройки ресивера технологические перемычки XP2 и XP3.

Для того чтобы не вносить изменения в телевизор, устройство синхронного включения и выключения телевизора с пульта дистанционного управления ресивера можно смонтировать в отдельном корпусе, но в таком случае от звуковой и оптической сигнализации придётся отказаться либо переработать схему. Для первого случая печатная плата будет иметь вид, представленный на **рис. 7**.

К сожалению, в статье было много "но", но такова объективная реальность. Поэтому, прежде чем повторять ту или иную понравившуюся конструкцию, необходимо хорошо изучить особенности функционирования приобретённого вами DVB-T2-ресивера, а их (и особенностей, и ресиверов), как оказалось, немало.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** DVB-T2-ресивер включает телевизор. — Радио, 2019, № 3, с. 14—17.

2. **Мельников А.** DVB-T2-ресивер включает кинескопный телевизор. — Радио, 2019, № 6, с. 8—13.

3. **Мельников А.** Импульсный понижающий стабилизатор для ресивера DVB-T2. — Радио, 2019, № 10, с. 15—18.

4. **Гайнутдинов Ф.** Питание реле пониженным напряжением. — Радио, 1972, № 10, с. 56.

5. Микросхема К561ТЛ1. — URL: **http://lib.chipdip.ru/031/DOC001031284.pdf** (04.02.2020).

6. **Кожанов М.** Вторая "молодость" дачного телевизора. — Радио, 2019, № 2, с. 8—11.

__От редакции__. Чертежи печатных плат в формате Sprint LayOut имеются по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2020/03/dvb.zip__ на нашем FTP-сервере.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Дальний свет фар — дневные ходовые огни

А. СТАРОВЕРОВ, г. Вологда

В действующих правилах дорожного движения Российской Федерации написано (п. 19.5): "В светлое время суток на всех движущихся транспортных средствах с целью их обозначения должны включаться фары ближнего света или дневные ходовые огни". Кроме того, в п. 19.4 отмечено, что "противотуманные фары могут использоваться ... вместо ближнего света фар в соответствии с п. 19.5 правил". Таким образом, в правилах дорожного движения однозначно определены внешние световые приборы, которыми необходимо пользоваться для обозначения движущихся транспортных средств. Среди этих световых приборов нет фар дальнего света, которые предлагает использовать автор публикуемой статьи. Тем не менее мы посчитали возможным опубликовать статью в авторском варианте, предполагая, что заинтересовавшиеся читатели смогут воспользоваться предлагаемой в статье идеей повышения ресурса ламп, установленных, например, в фарах ближнего света.

Согласно действующим правилам дорожного движения, в светлое время суток необходимо включать ближний свет фар или дневные ходовые огни (ДХО). Автомобили, выпущенные в последние годы, оборудованы ДХО, однако в эксплуатации ещё находится довольно много легковых машин без них. Предлагаю простое устройство, позволяющее использовать в качестве ДХО дальний свет фар, не меняя существующую схему электрооборудования. Оно позволило сократить потребление энергии от бортовой сети автомобиля и значительно увеличить срок службы ламп накаливания.

Принципиальная схема предлагаемого устройства представлена на **рис. 1** слева. Правее штрихпунктирной линии на нём изображена часть типовой схемы электрооборудования автомобиля, где лампы дальнего света EL1 и EL2 включаются с помощью электромагнитного реле K1.

После включения зажигания конденсаторы C1 и C2 начинают заряжаться через диод VD1, резистор R1 и лампы дальнего света фар. Запускается также генератор импульсов на логических элементах DD1.1, DD1.2, резисторе R2 и конденсаторе C3. Как только напряжение на конденсаторах C1 и C2 достигнет значения, превышающего напряжение стабилизации стабилитрона VD2, начинает заряжаться конденсатор C4. Порог переключения элемента DD1.4 равен примерно половине напряжения питания, поэтому после того как напряжение на конденсаторах C1 и C2 станет равным примерно 9...10 В, на его выходе будет установлен логически низкий уровень напряжения.

В результате на затвор транзистора VT1 станут поступать прямоугольные импульсы с частотой около 1 кГц и скважностью 2. В результате периодического открывания транзистора среднее напряжение, прикладываемое к лампам EL1 и EL2, будет вдвое меньше напряжения в бортовой сети. При этом создаваемый ими световой поток упадёт более чем в десять раз по сравнению с номинальным.

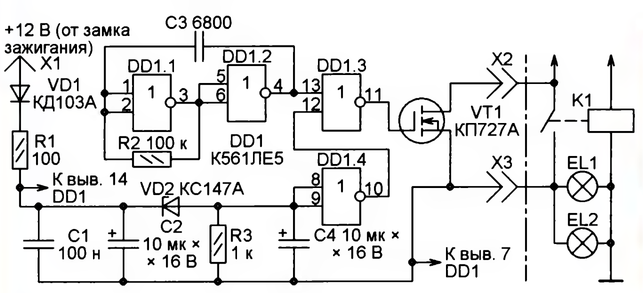
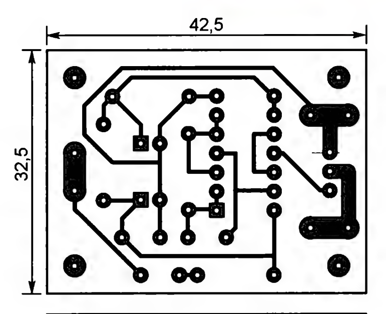


Рис. 1

Рис. 3



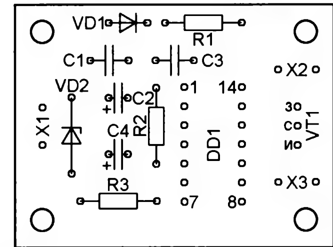


Рис. 2

Такая сложная система запуска необходима для предотвращения неполного открывания транзистора VT1 при недостаточно высоком напряжении питания микросхемы DD1 и, следовательно, малой амплитуде генерируемых ею импульсов. Это могло бы привести к перегреву транзистора и выходу его из строя, поскольку пусковой ток двух холодных ламп дальнего света — десятки ампер.

Чтобы упростить подключение устройства к бортовой сети, его общий провод (в том числе исток транзистора VT1) подключён к точке соединения ламп EL1 и EL2 с контактом реле K1, а не к корпусу автомобиля. Микросхему DD1 питает напряжение, до которого заряжается от бортсети конденсатор C2 в паузах между импульсами, открывающими транзистор. Диод VD1 препятствует разрядке конденсатора C2 через открытый транзистор VT1.

Устройство собрано на печатной плате, чертёж и монтажная схема которой изображены на **рис. 2** (разработано в редакции). Установленные на плате части разъёмов X1—X3 — широко применяемые в автомобильной технике ножевые контакты шириной 6,3 мм (**рис. 3**).

Микросхема К561ЛЕ5 может быть заменена на IW4001BN или другую, содержащую четыре логических элемента ИЛИ-НЕ микросхему, способную работать при напряжении питания до 15 В. Транзистору VT1 необходим теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности не менее 50 см^2. Вместо полевого транзистора КП727А в этой позиции можно установить другой n-канальный полевой транзистор с изолированным затвором, имеющий максимальное напряжение исток—сток не менее 50 В и сопротивление открытого канала менее 0,1 Ом. Замена диода КД103А — любой кремниевый низкочастотный диод средней мощности. Постоянные резисторы — МЛТ или им подобные. Конденсаторы C1 и C3 — керамические или плёночные, C2 и C4 — импортные оксидные.

Правильно собранное устройство налаживания не требует. Необходимо лишь убедится в том, что при напряжении питания ниже 9...10 В лампы EL1 и EL2 выключаются. Устройство потребляет ток менее 10 мА, не считая того, что расходуют постоянно работающие в качестве ДХО лампы дальнего света. В течение нескольких лет изготовленное устройство безотказно эксплуатируется на автомобиле ВАЗ-2101.

От редакции. *По адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/03/DRL.zip*** *имеется файл печатной платы устройства в формате Sprint Layout 6.0.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Измеритель ёмкости конденсаторов

Б. ДЕМЧЕНКО, г. Киев, Украина

Предлагаемый прибор предназначен для точного измерения ёмкости как отдельных конденсаторов, так и конденсаторов, впаянных в плату. Применена простая защита от подключения к входу прибора заряженного конденсатора.

Этот прибор разработан автором как один из вариантов реализации измерителя реактивностей, описанного в [1]. Он определяет только реактивную составляющую сопротивления измеряемого двухполюсника, в рассматриваемом случае ёмкостную. Прибор, функциональная схема которого изображена на **рис. 1**, состоит из ОУ А1, фазового детектора U2, фазовращателя U1, образцовых резисторов R1—R3, измеряемой ёмкости C_x и вольтметра постоянного тока PV1.

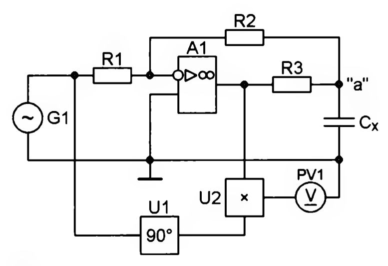


Рис. 1

На ОУ через образцовый резистор R1 подано синусоидальное напряжение известной амплитуды и частоты. Между выходом ОУ и точкой "а" включён резистор R3, а между точкой "а" и общим проводом — измеряемый конденсатор C_x. Таким образом, этот конденсатор введён в цепь обратной связи ОУ. Согласно [2], можно записать

$$\dot{U}_{вых} = \frac{R2 + R3 + j\omega \cdot C_x \cdot R3 \cdot R2}{R1} \cdot \dot{U}.$$

Отсюда следует, что при постоянных значениях ω, U и R1—R3 мнимая составляющая напряжения $U_{вых}$ пропорциональна измеряемой ёмкости:

$$im(U_{вых}) = \frac{\omega \cdot R3 \cdot R2 \cdot U}{R1} \cdot C_x,$$

К выходу усилителя А1 подключён фазовый детектор U2, на второй вход которого подано синусоидальное напряжение той же частоты, что и на вход устройства, но сдвинутое относительно него по фазе на 90° фазовращателем U1. Пропорциональную ёмкости конденсатора C_x постоянную составляющую выходного напряжения фазового детектора измеряет вольтметр PV1. Его шкала линейна, что улучшает точность измерений.

Первый вариант прибора по рассмотренной схеме был изготовлен ещё в 2002 г. В нём применены экономичный ОУ КР140УД1208 и АЦП КР572ПВ5А с ЖКИ ИЖЦ5-4/8. Сразу выяснилось, что недостаточная стабильность амплитуды и частоты генератора синусоидальных колебаний приводит к необходимости калибровать прибор перед каждым измерением. Это было устранено применением генератора с температурной стабильностью амплитуды не хуже 0,0065 %/°С [3].

Этот переносный прибор с питанием от двух гальванических элементов типоразмера АА и сейчас работает, не нуждаясь в постоянной калибровке. В отсутствие измеряемого конденсатора табло его ЖКИ показывает 0000.

В предлагаемой статье рассмотрен второй вариант измерителя ёмкости, разработанный на базе первого варианта. Для улучшения читаемости показаний и повышения долговечности ЖКИ в нём заменён светодиодными индикаторами зелёного свечения. Поэтому для измерения напряжения на выходе фазового детектора использован АЦП КР572ПВ2А, а вместо батарейного применено сетевое питание прибора.

Основные технические характеристики

Число диапазонов измерения 4
Пределы измерения, мкФ:
в диапазоне 1 . . . . . .0,001...1,999
в диапазоне 2 . . . . . . .0,01...19,99
в диапазоне 3 . . . . .0,1...199,9
в диапазоне 4 . . . . .1...1999
Погрешность измерения, % . . . . .±0,1*
Условия срабатывания звуковой сигнализации:
в диапазоне 1 . . . .$R_x \le$ 1 кОм или $C_x \ge$ 4,7 мкФ
в диапазоне 2 . . . .$R_x \le$ 75 Ом или $C_x \ge$ 60 мкФ
в диапазоне 3 . . . .$R_x \le$5 Ом или $C_x \ge$ 600 мкФ
в диапазоне 4 . . . .$R_x \le$0,5 Ом или $C_x \ge$ 4000 мкФ

Примечание. Плюс единица младшего разряда индикатора. При подключённом параллельно измеряемой ёмкости активном сопротивлении R_x, Ом, не менее: 2000 в диапазоне 1; 150 в диапазоне 2; 30 в диапазоне 3; 10 в диапазоне 4. Погрешность в диапазонах 3 и 4 не удалось проверить экспериментально вследствие отсутствия образцовых конденсаторов нужной ёмкости.

Схема прибора показана на **рис. 2**. Генератор синусоидального напряжения 2 Вэфф частотой 50 Гц выполнен на ОУ DA8. Его осциллограмма (5 мс/дел., 2 В/дел.) изображена на **рис. 3**. Работа генератора подробно описана в [3].

Синусоидальное напряжение с выхода генератора поступает через резисторы R18 (подстроечный) и R19 на измерительный узел, выполненный на ОУ DA3 с переключаемыми образцовыми резисторами R25—R28 в цепи обратной связи. Резистор R25 подключён в диапазоне 1, R28 — в диапазоне 4.

Осциллограмма (5 мс/дел., 2 В/дел.) напряжения на выходе ОУ DA3 в отсутствие подключённого конденсатора C_x показана на **рис. 4**, а в диапазоне 3 при C_x = 100 мкФ — на **рис. 5**. Напряжение с генератора поступает также на 90-градусный фазовращатель, выполненный на ОУ DA1.

Детектор нуля на компараторе напряжения DA6.1 преобразует синусоидальный выходной сигнал фазовращателя в прямоугольные импульсы со скважностью 2. Они предназначены для управления фазовым детектором. Осциллограмма (5 мс/дел., 5 В/дел.) сигнала на выходе этого ОУ показана на **рис. 6**.

Компаратор напряжения DA6.2 применён для получения из синусоидального сигнала генератора на ОУ DA8 прямоугольных импульсов, которые удобно использовать в качестве сигнала синхронизации при налаживании и проверке устройства. Осциллограмма (5 мс/дел., 5 В/дел.) сигнала на выходе ОУ DA6.2 (в контрольной точке ХТ1) показана на **рис. 7**.

Фазовый детектор выполнен на микросхемах DA7 и DA9. Он подробно описан в [4]. Его особенность — малая относительная погрешность коэффициента передачи (не более ±0,01 % в интервале выходного напряжения от −8 В до +8 В и напряжении питания +/−9 В). Осциллограммы (5 мс/дел., 2 В/дел.) напряжения на выходе ОУ DA9 фазового детектора изображены на следующих рисунках:

рис. 8 — разъём Х1 свободен;

рис. 9 — диапазон 4, к разъёму Х1 подключён резистор сопротивлением 3 Ома;

рис. 10 — диапазон 3, к разъёму Х1 подключён конденсатор ёмкостью 100 мкФ:

рис. 11 — диапазон 4, к разъёму Х1 подключён конденсатор ёмкостью 100 мкФ.

Выходное напряжение фазового детектора через подавляющий его пульсации ФНЧ R52C15 поступает на вход АЦП DD1 КР572ПВ2А. К выходам АЦП подключены светодиодные семиэлементные индикаторы HG1—HG4 КЕМ-5611-BG зелёного свечения с высотой знаков 14 мм. Чтобы уменьшить энергопотребление, последовательно в цепи катодов элементов индикаторов включены ограничивающие ток резисторы R67—R92. Группа контактов переключателя SA1.4 перемещает по разрядам ЖКИ десятичную

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

+6 В
К выв. 7 DA1, DA3, DA8, DA9, выв. 8 DA6, выв. 11 DA7
R1 1 к
C4 47 мк × × 16 В
C7 100 н
R10 39 к
R11 27 к
DA2
R23 3,9 к
R24 100 к
DA4
R21 100 к
R30 3,9 к
R33 1 М
DA5
C10 470 н
R38 100,0 к
VT1 КП103Л
R39 10,0 к
R40 6,73 к
C12 470 н
C14 470 н
R45 19,1 к
DA8 КР140УД1208
R50 2 М
R51 6,73 к
R54 100 к
XT2 "0"
R55 100 к
C16 10 мк × × 16 В
C1 47 мк × × 16 В
C5 100 н
C2 47 мк × × 16 В
C6 100 н
К выв. 4 DA1, DA3, DA6, DA8, DA9, выв. 14 DA7
~2 Вэфф, 50 Гц
SA1.1
"1" (1,999 мкФ)
"2" (19,99 мкФ)
"3" (199,9 мкФ)
"4" (1999 мкФ)
R4 180
R5 220
R6 330
R7 750
R12 220
R13 220
R14 220
R15 220
R18 470
R19 11 к
SA1.2
R25 10,0 к
R26 1,0 к
R27 100,0
R28 10,0
X1 "Cx"
SB1 "Разрядка"
К Cx
SA1.3
R47*
R48*
R49*
R56 2 к
−2,5 В
DA10
−9 В Общ. +9 В
DA3 КР140УД1208
R31 2 к
R16 2 к
R17 2 М
R32 100 к
DA7 КР590КН7
R36 4,99 к
R41 10,0 к
R43 4,99 к
R42 2 М
R46 10,0 к
DA9 КР140УД1208
R52 10 к
C15 10 мк × × 16 В
R53 100 к
R3 10,0 к
R8 10,0 к
R2* 6,12 к
DA1 КР140УД1208
C3 470 н
R9 2 М
R20 2 к
C8 10 н
R29 10 к
VD1 КД522Б
R35 4,7 к
DA6 LM393NG
R44 4,7 к
DA2, DA4, DA5, DA10, DA12 TLP431ACLP
DA6.1
R22 2 к
C9 10 н
R34 2 к
C11 10 н
DA6.2
R37 2 к
C13 10 н
XT1 "Синхр."

Рис. 2

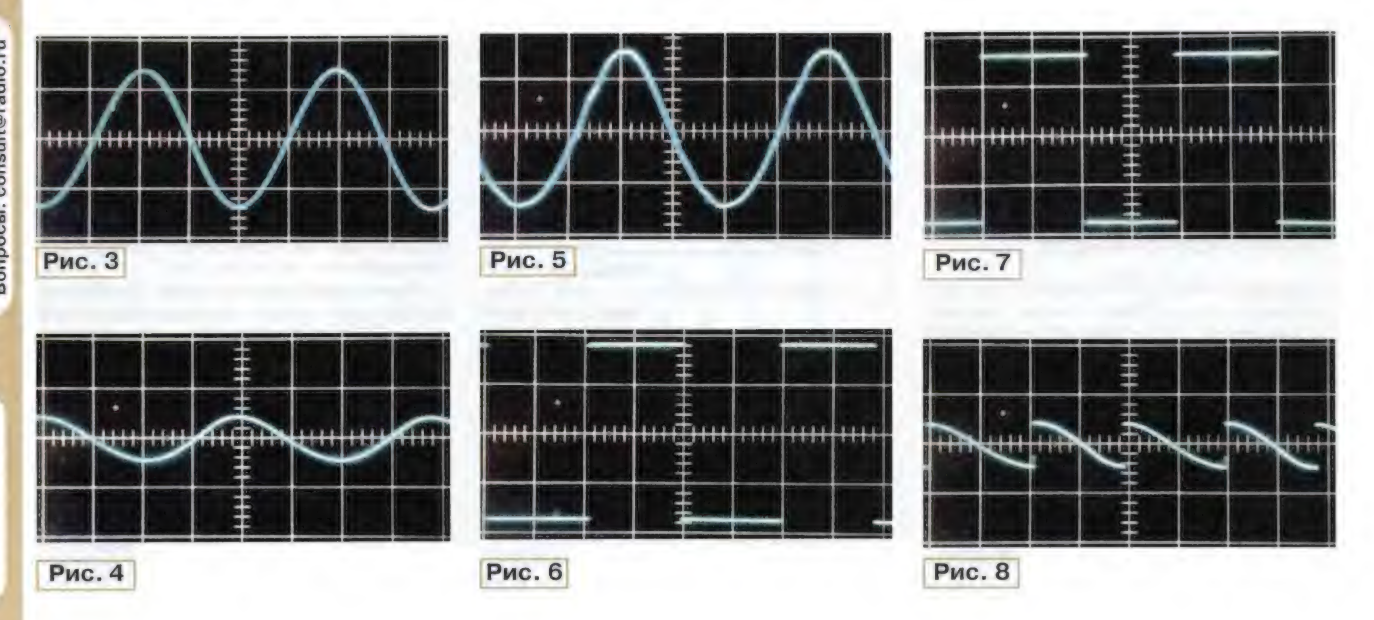


Рис. 3 Рис. 5 Рис. 7

Рис. 4 Рис. 6 Рис. 8

Рис. 9

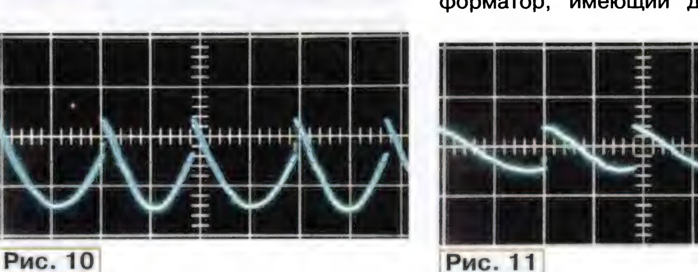


Рис. 10

Рис. 11

запятую при смене диапазонов измерения.

Блок питания прибора состоит из понижающего сетевое напряжение трансформатора T1 мощностью 4...5 Вт, выпрямительного моста VD2 и интегральных стабилизаторов DA11—DA15. Магнитопровод трансформатора ленточный ОЛ25/40-16. Обмотка I состоит из 4200 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,12 мм, а обмотки II и III — по 286 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,3 мм. Здесь можно применить любой сетевой трансформатор, имеющий две вторичные обмотки по 15 В каждая, рассчитанные на ток не менее 100 мА.

Узел звуковой сигнализации выполнен на транзисторах VT2, VT3 и пьезоизлучателе звука HA1. Он подаёт звуковой сигнал при напряжении на выходе фазового детектора более +7 В. Это происходит при ёмкости измеряемого конденсатора существенно больше верхней границы установленного предела измерения.

Сигнал звучит также при подключении параллельно этому конденсатору активного сопротивления R_x, меньшего, чем допустимое в используемом диапазоне (иными словами, при пробое конденсатора). В диапазоне 4 измерение ёмкости возможно даже при сопротивлении R_x 2...3 Ома, но погрешность возрастает до 5...10 %. Необходимо также иметь в виду, что на показания прибора влияет ЭПС конденсатора. Например, сопротивление 1 Ом, включённое последовательно с конденсатором ёмкостью 1000 мкФ, уменьшает результат измерения с 1000 до 840 мкФ.

Измеряемый конденсатор можно подключать непосредственно к гнёздам 1, 2 или 2, 3 разъёма X1. Но так следует делать лишь при полной уверенности, что конденсатор полностью разряжен. Измеряя ёмкость конденсатора, не выпаянного из устройства, в котором он установлен, следует предварительно убедиться, что оно выключено. Однако даже в этом случае в конденсаторе может сохраниться остаточный заряд.

Как правило, чрезмерный остаточный заряд повреждает ОУ DA3. Чтобы защитить его, измеряемый конденсатор нужно подключать к разъёму X1 двумя щупами, как показано на рис. 2. К одному из щупов (верхнему по схеме) идут два провода, и в нём имеется кнопка SB1. Присоединять щупы к конденсатору следует при нажатой кнопке. При этом сработает узел звуковой сигнализации, подтверждая замыкание входа прибора. Разрядив конденсатор, можно отпустить кнопку и прочитать результат измерения. Изоляция щупов должна выдерживать напряжение, которое может присутствовать в устройствах, в которых производятся измерения. Как правило, не менее 500 В.

Часть схемы измерителя ёмкости (см. рис. 2), находящаяся на с. 18 журнала, собрана на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита. Чертёж проводников этой платы и схема расположения элементов на ней показаны на **рис. 12**. Отверстия для выводов движков подстроечных резисторов помечены точками. Резисторы для поверхностного монтажа R4—R7 размещены на стороне печатных проводников платы в соответствии с **рис. 13**. Переключатель SA1 находится вне платы. Для ОУ DA3 на ней можно установить панель. Это позволит быстро заменять его в случае повреждения остаточным зарядом измеряемого конденсатора.

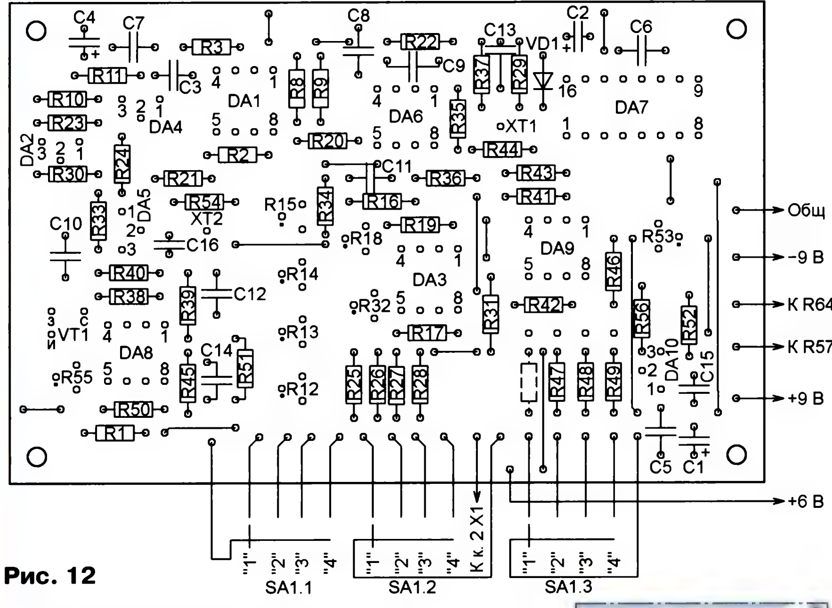


Рис. 12

Рис. 13

Конденсаторы С3, С10, С12, С14, С18, С19 и С21 — плёночные MKS2, отличающиеся стабильной ёмкостью и высоким сопротивлением изоляции. Конденсаторы С12 и С14 подобраны одинаковой с точностью 0,1 % ёмкости. Конденсаторы С15 и С16 — оксидные неполярные ECAP. Подстроечные резисторы — СП3-19а. Резисторы R2, R3, R8, R25—R28, R36, R38—R41, R43, R45, R46, R51 — прецизионные С2-29В или С2-14 с допустимым отклонением от номинала ±0,1 %. Резисторы R4—R7 — типоразмера 1206 для поверхностного монтажа, остальные — МЛТ или подобные.

Налаживайте измеритель ёмкости в следующем порядке:

1. Убедитесь в наличии синусоиды частотой 50 Гц на выходе ОУ DA8.

2. Установите подстроечным резистором R55 постоянную составляющую синусоидального сигнала генератора равной нулю, подключив цифровой милливольтметр постоянного тока к контрольной точке XT2.

3. Проверьте равенство длительности полупериодов выходного сигнала детектора нуля (ОУ DA6.1) и его задержку на четверть периода относительно синхросигнала (контрольная точка XT1) на каждом диапазоне. Задержку предварительно отрегулируйте подстроечными резисторами R12—R15.

4. Выбрав переключателем SA1 диапазон 4, подключите к гнёздам 1 и 2 или 2 и 3 разъёма X1 резистор сопротивлением 5 Ом. С помощью подстроечного резистора R32 добейтесь симметричного по вертикали сигнала на выходе ОУ DA9. Его осциллограмма должна быть подобна изображённой на рис. 9.

5. Выбрав переключателем SA1 диапазон 1, подключайте к гнёздам разъёма X1 резистор сопротивлением 2 кОм и отключайте его от них. С помощью подстроечного резистора R12 добейтесь одинаковых в обоих случаях показаний индикатора.

При свободных гнёздах разъёма X1 подстроечным резистором R53 установите на индикаторе 0000. Если этого сделать не удаётся, установите на предусмотренное на печатной плате место резистор, показанный на чертеже штриховой линией. В зависимости от знака начальных показаний индикатора один из выводов дополнительного резистора нужно подключать либо к цепи −2,5 В, либо к цепи +6 В. Подберите этот резистор так, чтобы нулевому показанию индикатора соответствовало положение движка подстроечного резистора R53, близкое к среднему.

Подключив к гнёздам разъёма X1 образцовый конденсатор ёмкостью 1 мкФ, добейтесь с помощью подстроечного резистора R18, чтобы индикатор показал 1,000. В дальнейшем подстроечные резисторы R12, R18, R32, R53, R55 трогать нельзя.

6. Выбрав переключателем SA1 диапазон 2, подключайте к гнёздам разъёма X1 резистор сопротивлением 200 Ом и отключайте его от них. С помощью подстроечного резистора R13 добейтесь одинаковых в обоих случаях показаний индикатора. При свободных гнёздах разъёма X1 подборкой резистора R47 установите на индикаторе 0000. Подключив к этим гнёздам образцовый конденсатор ёмкостью 10 мкФ, убедитесь, что на индикаторе появилось значение 10,00.

7. Выбрав переключателем SA1 диапазон 3, подключайте к гнёздам разъёма X1 резистор сопротивлением 35 Ом и отключайте его от них. С помощью подстроечного резистора R14 добейтесь одинаковых в обоих случаях показаний индикатора. При свободном разъёме X1 подборкой резистора R48 установите на индикаторе 0000.

8. Выбрав переключателем SA1 диапазон 4, подключайте к гнёздам разъёма X1 резистор сопротивлением 12 Ом и отключайте его от них. С помощью подстроечного резистора R15 добейтесь одинаковых в обоих случаях показаний индикатора. При свободных гнёздах подборкой резистора R49 установите на индикаторе 0000.

Если после длительной эксплуатации показания индикатора в отсутствие подключённого конденсатора C_x стали отличаться от нуля, восстановить их можно соответствующими диапазону подстроечными резисторами R12—R15 при общей регулировке нуля подстроечным резистором R53.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Черняк С. П., Семёнов Л. А.** Измеритель реактивностей. Авторское свидетельство СССР № 363047. — URL: **https://yandex.ru/patents/doc/SU363047A1_19721220** (16.01.2020).

2. **Гаврилюк М. К., Соголовский Е. П.** Электронные измерители R, L, С. — Львов: Вища школа, 1978.

3. **Демченко Б.** Генератор синусоидального сигнала со стабильной амплитудой. — Радио, 2019, № 5, с. 35, 36.

4. **Демченко Б.** Уменьшение погрешности фазового детектора на ОУ. — Радио, 2019, № 8, с. 46.

***От редакции.** По адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/03/C-meter.zip** имеется файл печатной платы прибора в формате Sprint Layout 6.0.*

Проигрыватель компакт-дисков в стиле "ретро"

А. БАШИРОВ, С. БАШИРОВ, г. Москва

Эпоха компакт-дисков уходит в прошлое. Очевидно, что будущее за другими носителями информации. Компакт-диск просуществовал чуть более 40 лет, с начала 70-х годов и по настоящее время. Но у любителей музыки накопилось огромное количество музыки на этом носителе, и можно не сомневаться, что многие будут продолжать слушать любимую музыку именно с компакт-дисков, как продолжают любители слушать музыку с виниловых пластинок. У многих радиолюбителей остались вполне исправные дисководы с IDE-интерфейсом, которые были заменены более передовыми CD- и DVD-приводами с интерфейсом SATA. Вот на базе такого "древнего" дисковода авторы решили разработать проигрыватель в стиле "ретро".

При проектировании устройства было решено использовать минимум компонентов, чтобы максимально упростить конструкцию. Схема платы управления показана на **рис. 1**. Основа узла управления проигрывателем — микроконтроллер фирмы ATMEL ATmega8515-16PC (DD1). Микроконтроллер принимает команды от управ-

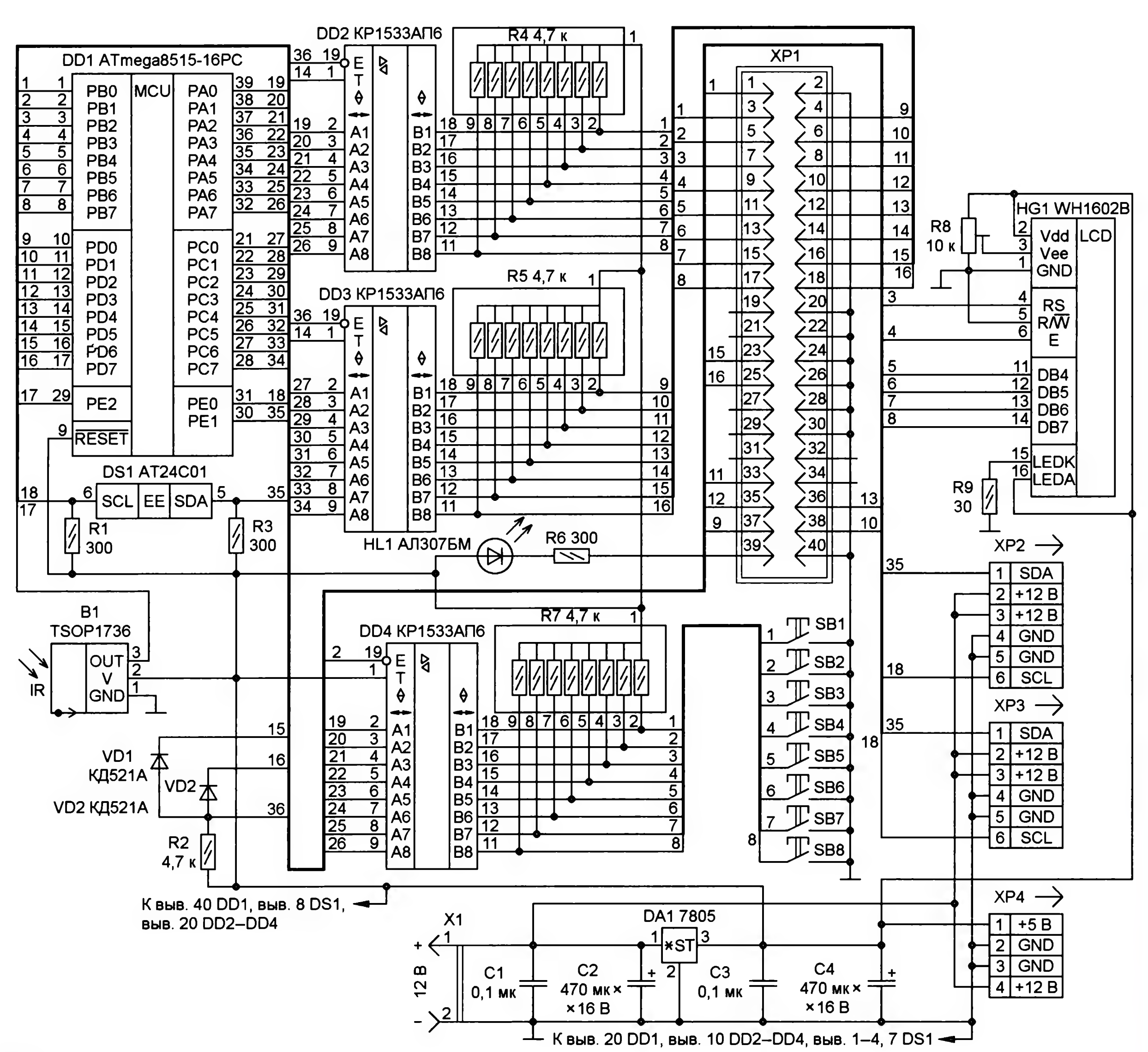
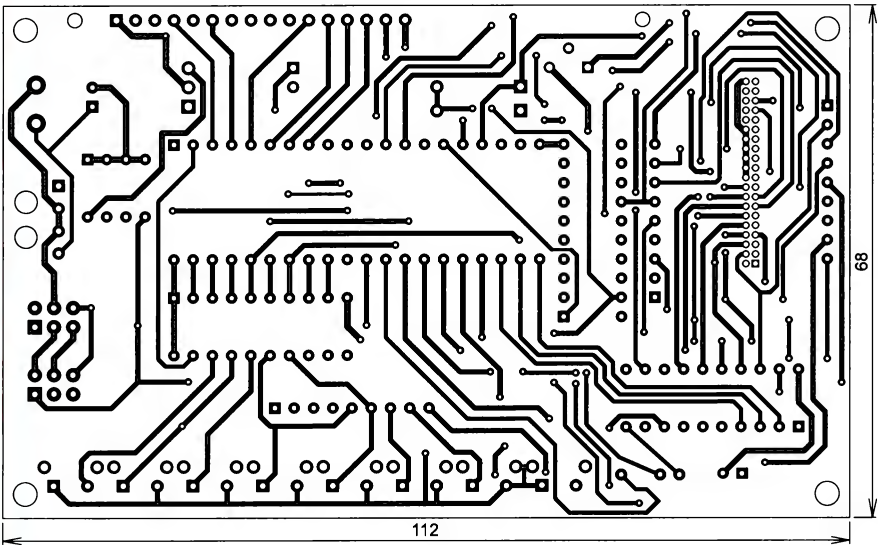


Рис. 1



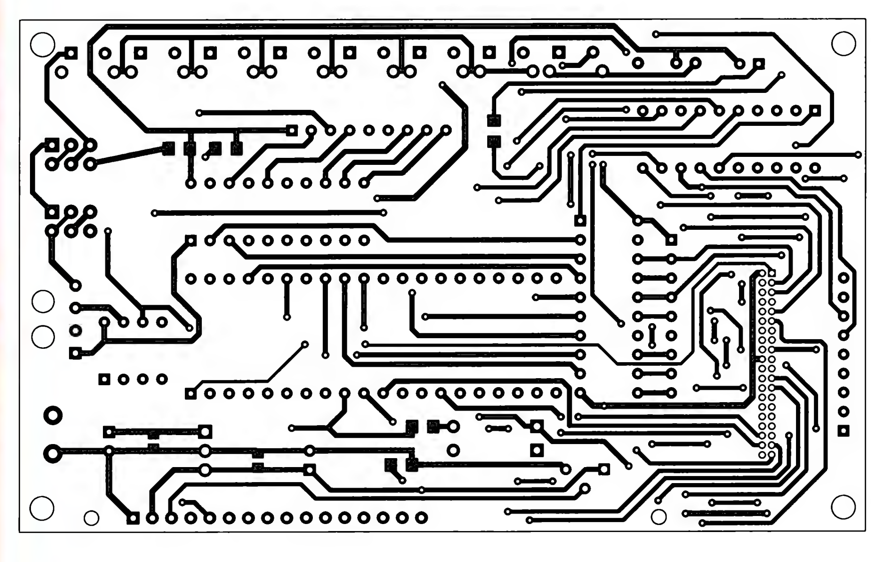


Рис. 2

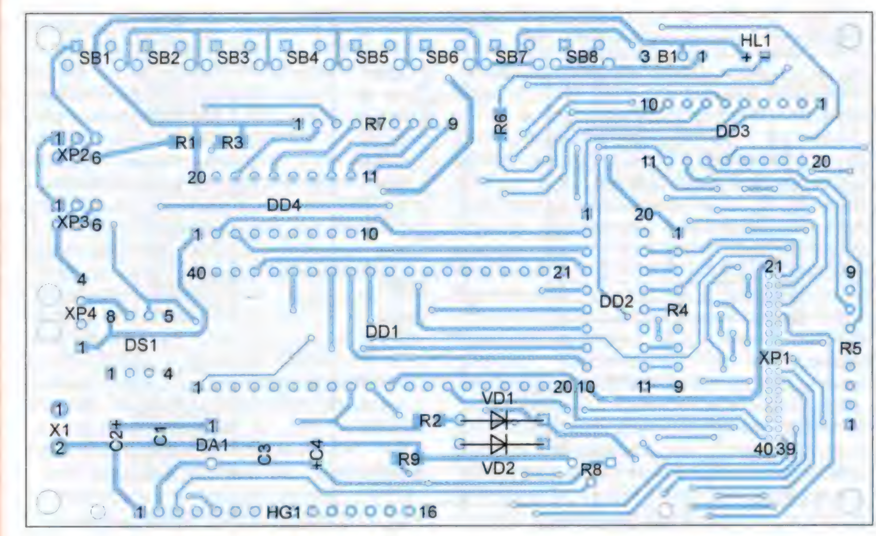


Рис. 3

ляющих кнопок, формирует команды интерфейса IDE для дисковода, выводит сервисную информацию на ЖКИ, принимает и обрабатывает команды от пульта дистанционного управления. Кроме того, на него возложена функция управления стереотембroom блоком на базе широко известной микросхемы фирмы PHILIPS TDA8425. Связь контроллера с темброблоком осуществляется по протоколу I²C через шестиконтактные разъёмы XP2, XP3. На сигнальные цепи SDA и SCL через резисторы R1 и R3 подано напряжение +5 В. Порты микроконтроллера ATmega8515-16PC подключены к внешним устройствам через дополнительные буферные элементы микросхем DD2—DD4 (КР1533АП6). Это была вынужденная мера, поскольку некоторые виды CD-приводов требовали более чёткой фиксации уровней управления для реализации протокола IDE. С этой же целью на выходы буферных элементов были установлены резисторные сборки R4, R5, R7, через которые подано напряжение +5 В.

Настройки проигрывателя сохраняются во внешней памяти в микросхеме DS1 (AT24C01). Управление проигрывателем осуществляется восемью кнопками (SB1—SB8) или с пульта дистанционного управления по протоколу RC5. Связь контроллера с дисководом осуществляется через стандартный 40-выводный шлейф. Индикация связи контроллера с дисководом (помимо сервисной информации на ЖКИ) дублируется дополнительно светодиодом HL1.

Питание платы управления (вместе с дисководом и темброблоком) осуществляется от любого стабилизированного источника питания напряжением +12 В с допустимым током нагрузки не менее 2 А. Необходимое для работы микроконтроллера напряжение +5 В формирует стабилизатор DA1 и фильтруют конденсаторы C1—C4. Дисковод получает питание от платы управления через разъём XP4.

При первом включении необходимо подстроечным резистором R8 выставить необходимую контрастность изображения на ЖКИ HG1.

Назначение кнопок на плате контроллера:

SB1 — громкость больше (при нажатии на эту кнопку громкость увеличивается);

SB2 — выключение звука (MUTE);

SB3 — громкость меньше (при нажатии на эту кнопку громкость уменьшается);

SB4 — выбор регулируемого параметра;

SB5 — воспроизведение/предыдущая дорожка;

SB6 — воспроизведение/пауза;

SB7 — воспроизведение/следующая дорожка;

SB8 — стоп/загрузка/выгрузка диска.

Кнопки на пульте PHILIPS или LG:

TV — стоп/загрузка/выгрузка диска;

MUTE — выключение звука (MUTE);

SLEEP — выбор регулируемого параметра;

VOL+ — громкость больше (при нажатии на эту кнопку громкость увеличивается);

VOL– — громкость меньше (при нажатии на эту кнопку громкость уменьшается);

CH+ — воспроизведение/следующая дорожка;

CH– — воспроизведение/предыдущая дорожка.

Кнопки на пульте RC5:

1—9 — в режиме воспроизведения можно сразу выбрать дорожку с 1 по 9;

TV — стоп/загрузка/выгрузка диска;

MUTE — выключение звука (MUTE);

MENU — выбор регулируемого параметра;

TXT — воспроизведение/пауза;

VOL+ — громкость больше (при нажатии на эту кнопку громкость увеличивается);

VOL– — громкость меньше (при нажатии на эту кнопку громкость уменьшается);

CH+ — воспроизведение/следующая дорожка;

CH– — воспроизведение/предыдущая дорожка.

При нажатии на кнопку MUTE в конце второй строки ЖКИ появляется значок динамической головки. В этом случае кнопки регулировки громкости больше/меньше блокируются.

Если в режиме воспроизведения нажать на кнопку регулировки больше/меньше или MENU, после изменения соответствующего параметра переход назад в режим отображения времени произойдёт автоматически.

При загрузке диска, если диск определился нормально, кнопка выгрузки/загрузки на дисководе блокируется (на совсем старых приводах функция может не поддерживаться, поэтому нежелательно пользоваться кнопкой на самом дисководе).

Устройство управления проигрывателем собрано на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж печатной платы показан на **рис. 2**, а расположение элементов — на **рис. 3**. В устройстве применены резисторы и керамические конденсаторы C1, C3 для поверхностного монтажа типоразмера 1206, но можно использовать и элементы типоразмера 0805. Оксидные конденсаторы C2, C4 — импортные аналоги К50-35. Диоды КД521А заменимы любыми диодами этой серии, а также серии КД522. Вместо микросхем КР1533АП6 можно применить их импортный аналог — 74LS245. В устройстве управления применены разъёмы: X1 — DS-201, XP1 — DS1013-40S, XP2, XP3 — DS1013-06S, XP4 — THP-4MR. Светодиод — любой малогабаритный.

***От редакции**. Файл прошивки микроконтроллера находится по адресу **https://ftp.radio.ru/pub/2020/03/CD-retro.zip** на нашем сервере.*

Расчёт срока службы алюминиевых оксидных конденсаторов

Е. КОБЫЛИН, г. Коряжма Архангельской обл.

При общей высокой надёжности компонентов современной радиоэлектроники алюминиевые оксидные конденсаторы (АОК) — во многом её ахиллесова пята. Зачастую это связано с очень упрощённым подходом к АОК, как простейшим компонентам, выбор которых даже для импульсных устройств не требует практически никаких расчётов. К сожалению, подобный подход нередок как среди радиолюбителей, так и среди профессионалов. Зачастую он приводит к преждевременным отказам АОК. В статье приведены краткие сведения о факторах, влияющих на надёжность таких конденсаторов и методики относительно простого практического расчёта их срока службы.

Продолжительная непрерывная работа АОК возможна лишь при постоянном или пиковом напряжении от нулевого до предельно допустимого указанной на конденсаторе полярности во всём рабочем интервале температуры окружающей среды. Выбирать конденсатор следует таким образом, чтобы во всех возможных режимах работы устройства максимальное напряжение на нём не превышало 0,8...0,9 номинального $U_{ном}$. Недопустимо подавать на полярный АОК напряжение обратной полярности более 1 В.

На **рис. 1** [1] показаны вольт-амперные характеристики АОК ёмкостью 47 мкФ с разными значениями $U_{ном}$. Из них следует, что при напряжении на конденсаторе, большем номинального, ток утечки резко возрастает. Это приводит к разрушению оксидного слоя с выделением газообразного водорода. Активное выделение газа повышает давление в корпусе конденсатора, что в конечном итоге приводит к его деформации, вплоть до разрыва или срабатывания предохранительного клапана, нарушению герметичности, вытеканию и испарению электролита. Разрушение служащего диэлектриком оксидного слоя приводит к его пробою и замыканию обкладок конденсатора. В результате вытекания и испарения электролита постепенно растёт ЭПС. Ещё сильнее эти процессы выражены при подаче на конденсатор напряжения обратной полярности более 1 В.

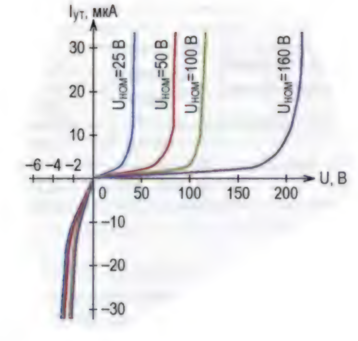


Рис. 1

Возможность выдерживать перенапряжения у АОК весьма ограничена и не гарантирует их длительную работу. Типовое допустимое значение коэффициента перенапряжения 1,15 для АОК с $U_{ном}$ менее 300 В и 1,1 для конденсаторов с $U_{ном}$ более 300 В. Допустимые условия работы при перенапряжении могут быть различными для АОК разных типов и производителей. Но в общем случае их формулируют примерно так: "Конденсатор способен выдерживать перенапряжение до пяти раз по одной минуте в течение одного часа".

Следует отметить, что на стойкость к перенапряжению и срок службы АОК оказывает влияние температура окружающей среды $T_{ср}$. Для конденсаторов с её максимально допустимым значением 105 °С при достижении температуры выше 80...90 °С приходится увеличивать запас по рабочему напряжению. В общем случае, кроме обычного коэффициента запаса 0,9, применяют дополнительный коэффициент 0,8...0,9. Следовательно, напряжение на конденсаторе при максимальной температуре окружающей среды 105 °С не должно превышать $(0,72...0,81)U_{ном}$. Некоторые производители АОК для определения коэффициента запаса по напряжению приводят графики, подоб-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ные показанному на **рис. 2** для конденсаторов К50-83 [2].

ЭПС (англ. ESR) АОК определяется активным сопротивлением его электролита, выводов и потерями в диэлектрике (оксидном слое). Оно зависит от частоты и температуры. С ростом частоты ЭПС снижается, однако на частотах выше 1 кГц меняется слабо.

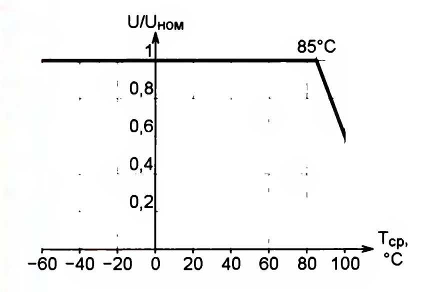


Рис. 2

Тангенс угла потерь tg(δ) — отношение мощности активных потерь в конденсаторе к его реактивной мощности. Связь ЭПС с тангенсом угла потерь описывает формула

$$tg(\delta) = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C \cdot ЭПС,$$

где C — ёмкость конденсатора, Ф; f — частота приложенного к нему напряжения, Гц. С ростом частоты растёт и тангенс угла потерь. Иногда вместо него используют измеряемый в процентах так называемый фактор потерь DF:

$$DF = tg(\delta) \cdot 100.$$

Модуль полного сопротивления (импеданса) |Z| конденсатора равен

$$|Z| = \sqrt{(X_L - X_C)^2 + ЭПС^2};$$

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C};$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L,$$

где L — паразитная индуктивность обкладок и выводов конденсатора. Типовые зависимости |Z| и его составляющих от частоты показаны на **рис. 3** [1].

Ток пульсаций $I_п$ в конденсаторе — это среднеквадратическое значение текущего в его цепи переменного тока, вызванного приложенным к конденсатору пульсирующим напряжением. Максимально допустимое значение этого тока зависит от ЭПС, частоты, температуры конденсатора и площади поверхности его корпуса. Протекающий через АОК ток пульсаций приводит к разогреву конденсатора из-за рассеиваемой в нём мощности активных потерь P_C, которую можно вычислить по формуле

$$P_C = ЭПС \cdot I_п^2,$$

Значения ЭПС и тока пульсаций должны быть взяты на частоте пульсаций, а при их сложном спектральном составе приведены к одной частоте, обычно той, для которой в документации указан максимальный ток пульсаций. Если напряжение на АОК не превышает $(0{,}8...0{,}9)U_{ном}$, связанные с протеканием тока утечки потери очень малы. Поэтому в расчётах ими можно пренебречь.

Температуру корпуса АОК $T_к$ рассчитывают по формуле

$$T_к = T_{ср} + R_{th} \cdot P_C,$$

где R_{th} — тепловое сопротивление корпус конденсатора — окружающая среда, °C/Вт.

Поскольку ЭПС конденсатора зависит от частоты, то и допустимый ток пульсаций имеет ту же зависимость. Фирма Panasonic устанавливает для своих АОК максимальный допустимый ток пульсаций по перегреву их корпусов на 5 °C относительно температуры окружающей среды. К сожалению, для большинства других производителей АОК это не служит общим правилом или стандартом. Поэтому для конкретного АОК рабочий ток пульсаций никогда не должен превышать максимального значения, указанного в его документации. Иначе срок службы конденсатора значительно уменьшится, поскольку его деградация будет происходить быстрее, чем предполагал разработчик, устанавливая норму. Если понизить пульсации тока не удаётся, следует применять параллельное соединение нескольких АОК.

Под сроком службы АОК понимают время, в течение которого его параметры остаются в пределах заданных допусков, которые у каждого производителя могут быть своими. Данные о

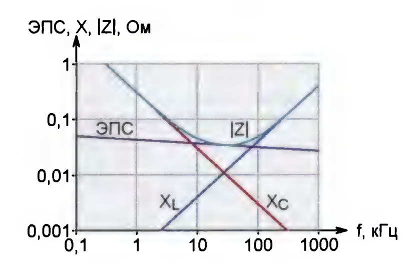


Рис. 3

них указывают в технической документации. Обычно признаками отказа считают уменьшение ёмкости конденсатора более чем на 20 % её номинального значения или увеличение ЭПС и тангенса угла потерь более чем в два раза. На срок службы конденсатора влияют, в первую очередь, температура его корпуса и ток пульсаций. Оказывать на него влияние может и напряжение, но если оно не превышает $0{,}9U_{ном}$, его влиянием можно пренебречь.

Существует несколько подходов к расчёту срока службы. Какой из них выбрать, зависит от поставленной задачи, оснащённости измерительными приборами, располагаемого времени, наличия или отсутствия действующего макета разрабатываемого устройства. В любом случае после предварительного расчёта и сборки макета устройства рекомендуется непосредственно измерить температуру корпуса АОК.

Предположим, что необходимо рассчитать срок службы АОК в активном корректоре коэффициента мощности электронного балласта люминесцентной лампы. Здесь в цепи конденсатора течёт сложный по форме ток, основные спектральные компоненты которого — ток с частотой 100 Гц (удвоенной частотой сети 50 Гц), ток с частотой работы имеющегося в корректоре импульсного преобразователя напряжения и их гармоники. Действующие значения составляющих спектра проще всего определить путём компьютерного моделирования либо с помощью современного осциллографа, имеющего режим анализатора спектра. Осциллограф подключают параллельно резистору сопротивлением 0,1...0,2 Ом, включённому последовательно с конденсатором.

Исходные данные для расчёта и выбора АОК

Максимальное напряжение на конденсаторе $U_{C\,max}$, В 400
Ёмкость конденсатора С, мкФ 22
Спектральные составляющие тока пульсаций, Аэфф:
с частотой 100 Гц (I_1) 0,25
с частотой 25 кГц (I_2) 0,3
с частотой 50 кГц (I_3) 0,1
с частотой 75 кГц (I_4) 0,03
Максимальная рабочая температура окружающей среды $t_{o.max}$, °C 80

Выбираем конденсатор UCS2W220MHD (22 мкФ×450 В). Для него максимальное эффективное значение тока пульсаций $I_{п.max}$ на частоте 100 кГц — 0,73 А, срок службы L_o при температуре окружающей среды 105 °C и максимальном токе пульсаций — 10000 ч.

Номинальное напряжение, В	Ёмкость, мкФ	Коэффициент коррекции тока пульсаций с частотой, Гц					
		≤60	≤120	≤300	≤1000	≤10000	≤100000
160...450	10...82	0,25	0,35	0,5	0,65	0,9	1
	100...330	0,3	0,4	0,55	0,7	0,9	1

Используя коэффициенты из **таблицы** [3], эффективное значение тока пульсаций в рассматриваемом случае нужно привести к частоте 100 кГц по формуле

$$I_п = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{I_i}{K_i}\right)^2}; \quad (1)$$

где i — номер спектральной составляющей; n — их общее число. Если необходимо привести ток пульсаций к частоте 100 Гц, формула примет вид

$$I_п = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(I_i \cdot K_i)^2}; \quad (2)$$

Здесь следует отметить, что некоторые производители конденсаторов приводят значение максимального тока пульсаций на частоте не 100 кГц, а 100 Гц или 120 Гц. В этом случае формулы (1) и (2) нужно поменять местами.

Поскольку табличные значения частот составляющих пульсаций не совпадают с указанными в исходных данных, найдём коэффициенты для нужных частот, используя линейную аппроксимацию между двумя соседними с ними табличными значениями:

K_1 = 0,472 на частоте 100 Гц;
K_2 = 0,917 на частоте 25 кГц;
K_3 = 0,944 на частоте 50 кГц;
K_4 = 0,972 на частоте 75 кГц.

Приведённый к частоте 100 кГц ток пульсаций будет равен

$$I_п = \sqrt{\left(\frac{0,25}{0,472}\right)^2 + \left(\frac{0,3}{0,917}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{0,944}\right)^2 + \left(\frac{0,03}{0,972}\right)^2} = 0,632 \text{ А}.$$

При верно выбранном с учётом тока пульсаций конденсаторе должно быть выполнено условие

$$I_п < 0,95 \cdot I_{п.max}.$$

Поскольку 0,632 А меньше 0,95×0,73 = 0,694 А, условие выполнено.

Далее можно рассчитать теоретический срок службы L выбранного конденсатора исходя из того, что он увеличивается в два раза при снижении температуры корпуса конденсатора на каждые 10 °С:

$$L = L_0 \cdot 2^{\frac{T_{кф} - T_{к0}}{10}}, \quad (3)$$

где L_0 — срок службы конденсатора, установленный в его документации при максимальной температуре окружающей среды (в данном случае 105 °С) и максимальном токе пульсаций (в данном случае 0,73 А), ч; $T_{к0}$ — температура корпуса конденсатора в этих условиях, °С; $T_{кф}$ — фактическая температура корпуса конденсатора:

$$T_{кф} = T_{ср} + \Delta t \cdot \left(\frac{I_п}{I_{п.max}}\right)^2.$$

При $T_{ср}$ = 80 °С, Δt=5 °С, $I_п$ = 0,632 А, $I_{п.max}$ = 0,73 А температура корпуса конденсатора

$$T_{кф} = 80 + 5 \cdot \left(\frac{632}{730}\right)^2 = 83,75 \text{ °С} \approx 84 \text{ °С},$$

а теоретический срок его службы

$$L = 10000 \cdot 2^{\frac{110-84}{10}} \approx 61000 \text{ ч}.$$

Иногда рассчитать или измерить ток пульсаций в АОК бывает очень сложно. В этом случае рекомендуется измерить температуру его корпуса в действующем макете устройства. Точка измерения температуры показана на **рис. 4**. Измерять её рекомендуется с помощью термопары. Применение тепловизора или инфракрасного термометра может приводить к значительной погрешности из-за блестящей поверхности торца корпуса конденсатора.

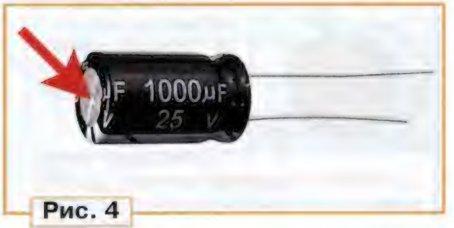


Рис. 4

Если температура корпуса конденсатора относительно температуры окружающей его среды не превышает 5 °С, то с точки зрения тока пульсаций конденсатор выбран верно, и для расчёта срока его службы можно воспользоваться упрощённой формулой (3)

$$L = L_0 \cdot 2^{\frac{T_{ср.max} - T_{ср}}{10}} = 10000 \cdot 2^{\frac{105-80}{10}} \approx 56000 \text{ ч}.$$

В ряде случаев такой подход оказывается более удобным, достаточно точным и менее трудоёмким по сравнению с непосредственным измерением тока пульсаций. Но необходимо иметь в своём распоряжении действующее устройство или его макет.

Некоторые трудности может вызвать измерение температуры окружающей конденсатор среды внутри корпуса устройства при его малом объёме и плотном монтаже. Температуру следует измерить в четырёх—шести точках вокруг конденсатора на расстоянии 1...1,5 см от него и взять среднее значение. Если нужно узнать только температуру перегрева, конденсатор рекомендуется временно вынести за пределы корпуса устройства, чтобы прочие имеющиеся в устройстве тепловыделяющие элементы его не нагревали.

В процессе эксплуатации ЭПС конденсатора будет расти, ёмкость снижаться, увеличатся потери и перегрев. Поэтому необходимо удостовериться, что до самого конца срока службы температура корпуса конденсатора не превысит предельно допустимой. Иначе ранее рассчитанный срок службы не будет соответствовать действительности, а конденсатор может выйти из строя до его истечения.

Для упрощения расчётов можно считать, что ток пульсаций в течение всего срока службы конденсатора остаётся неизменным. Так как перегрев конденсатора линейно зависит от мощности потерь в нём, а ЭПС в конце срока службы возрастёт вдвое, то можно считать, что и перегрев конденсатора увеличится до 8 °С. Так что температура корпуса АОК в конце срока службы достигнет 88 °С.

При расчётах следует учитывать и то, что в небольшом замкнутом объёме корпуса устройства перегрев АОК в процессе работы может увеличить и температуру окружающей его среды. Это, в свою очередь, приводит к сокращению срока службы. Чтобы учесть этот факт, приходится увеличивать её значение на 2...5 °С. Конкретный прирост зависит от множества факторов — плотности монтажа, расположения АОК, материала корпуса устройства, процессов внутренней конвекции.

Дополнительной проверки требует и напряжение на конденсаторе. Согласно рис. 2, его допустимое значение понижается с ростом температуры. Это тоже влияет на срок службы.

Некоторые производители приводят в документации тепловое сопротивление корпус—окружающая среда (R_{th}) конденсатора. Тогда при известных ЭПС и токе пульсаций расчёт температуры перегрева может быть произведён следующим образом.

Тепловое сопротивление ранее выбранного конденсатора UCS2W220MHD при естественной конвекции равно 24,5 °С/Вт. Согласно экспериментальным данным, его ЭПС — 2,5 Ом на частоте 100 Гц при температуре 20 °С. В рассматриваемом случае ток пульсаций необходимо привести к частоте 100 Гц, воспользовавшись формулой (2). Коэффициенты получат следующие значения:

K_1 = 1 на частоте 100 Гц;
K_2 = 0,917·0,472 = 0,433 на частоте 25 кГц;
K_3 = 0,944·0,472 = 0,446 на частоте 50 кГц;
K_4 = 0,972·0,472 = 0,459 на частоте 75 кГц.

Приведённый к частоте 100 Гц ток пульсаций:

$$I_п^2 = (0,25 \cdot 1)^2 + (0,3 \cdot 0,433)^2 + (0,1 \cdot 0,446)^2 + (0,03 \cdot 0,459)^2 = 0,08144;$$
$$I_п = \sqrt{0,08144} = 0,286 \text{ А}.$$

Поскольку ЭПС конденсатора с ростом температуры снижается, производите расчёт в два этапа. Первый — предварительное определение температуры корпуса, второй — окончательный с учётом снижения ЭПС при рабочей температуре.

Выделяющаяся в АОК мощность и его температура:

$$P_c = ЭПС \cdot I_{ном}^2 = 2,5 \cdot 0,286^2 = 0,204 \text{ Вт};$$
$$T_к = T_{ср} + R_{th} \cdot P_c = 80 + 24,5 \cdot 0,204 = 85 \text{ °С}.$$

Данные о зависимости ЭПС от номинального напряжения ЭОК и температуры его корпуса найдены в [4]. Красная кривая на **рис. 5** — зависимость температурного коэффициента от частоты у АОК, для которых выполняются условия $U_{ном} \le 63$ В, $f \ge 50$ Гц или 63 В < $U_{ном}$ < 200 В, 50 Гц ≤ f ≤ 100 Гц, а зелёная кривая — для АОК с 63 В < $U_{ном}$ < 200 В и f > 300 Гц. На **рис. 6** приведены те же зависимости для конденсаторов с $U_{ном}$ > 200 В. Красная кривая — на частоте 50 Гц, зелёная — на частоте 100 Гц, жёлтая — на частоте 300 Гц, сиреневая — на частотах более 1 кГц.

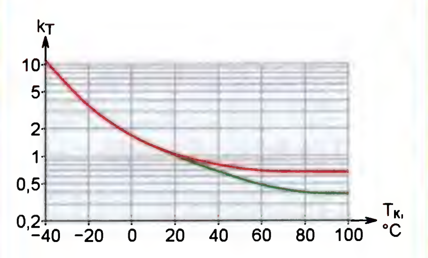


Рис. 5

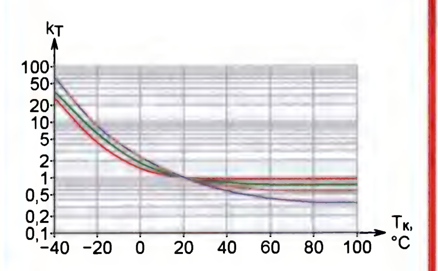


Рис. 6

Согласно зелёной кривой на рис. 6, поправочный коэффициент k_T при температуре 85 °C равен 0,8. Следовательно,

$$P_c = k_T \cdot ЭПС \cdot I^2_{ном} = 0{,}8 \cdot 2{,}5 \cdot 0{,}286^2 =$$

$$= 0{,}164 \text{ Вт};$$

$$T_к = 80 + 24{,}5 \cdot 0{,}164 = 84 \text{ °C};$$

$$\Delta t = 4 \text{ °C}.$$

Поскольку к концу срока службы ЭПС, а с ним и Δt удвоятся, температура корпуса конденсатора увеличится до 88 °C.

В заключение следует отметить, что расчёт срока службы всё же остаётся приблизительным. Его точность во многом зависит от качества применённого АОК и конструктивных особенностей устройства, в котором он установлен. Следует понимать, что расчётные значения срока службы более 100000 ч имеют мало общего с действительностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. General Descriptions of Aluminum Electrolytic Capacitors. — URL: **https://www.nichicon.co.jp/english/products/pdf/aluminum.pdf** (03.02.2020).

2. Оксидно-электролитический алюминиевый конденсатор К50-83. — URL: **https://elecond.ru/production/capacitors/aluminum/k50-83** (03.02.2020).

3. Nichicon. Aluminum Electrolytic Capacitors UCS series. — URL: **https://ru.mouser.com/datasheet/2/293/e-ucs-1512762.pdf** (03.02.2020).

4. **Колпаков А.** Расчёт конденсаторов шины питания мощных преобразовательных устройств. — Компоненты и технологии, 2004, № 2, с. 18–24. — URL: **https://www.kit-e.ru/articles/condenser/2004_2_18.php** (03.02.2020).

Принципиальная схема СМУ изображена на **рис. 1**. В нём использованы четыре из семи полосовых фильтров микросхемы DA1 BA3834F, микроконтроллер DD1 PIC16F73-I/SO, четырёхканальный оптрон U2 PC3Q66Q и детали от импортной ёлочной гирлянды из четырёх групп ламп соответственно красного, зелёного, жёлтого и синего цветов свечения.

На вход устройства подают звуковой моно- или стереофонический сигнал амплитудой до 1 В в каждом канале. В точке соединения резисторов R1—R3 сигналы стереоканалов складываются. На вход AIN микросхемы DA1 поступает их сумма. На выходе AOUT этой микросхемы — постоянное напряжение, пропорциональное уровню спектральных составляющих входного сигнала, попавших в полосу пропускания фильтра, выбранного кодом, поданным на входы SEL, A, B и C микросхемы DA1. Эти коды и центральные частоты фильтров приведены в **табл. 1**. Используемые в СМУ, согласно программе микроконтроллера DD1, фильтры выделены фоном, цвет которого совпадает с цветом свечения соответствующей группы ламп гирлянды.

Таблица 1

Лог. уровень на входе				Центральная частота фильтра, Гц
SEL	A	B	C	
Н	×	×	×	Выкл.
В	Н	Н	Н	Выкл.
В	Н	Н	В	68
В	Н	В	Н	170
В	Н	В	В	420
В	В	Н	Н	1000
В	В	Н	В	2400
В	В	В	Н	5900
В	В	В	В	14400

В — высокий; Н— низкий; × — безразлично.

В каждой группе соединены последовательно лампы одного цвета. Их число должно обеспечивать достаточно яркое свечение и надёжную работу гирлянды при её питании пульсирующим (двухполупериодно выпрямленным сетевым) напряжением 230 Вэфф. Автор использовал готовые цепочки ламп от импортной ёлочной гирлянды. При желании можно, откорректировав программу микроконтроллера, выбрать для каждой группы ламп любой фильтр из числа имеющихся в микросхеме.

Сигнал с выхода AOUT микросхемы DA1 поступает на вывод AN0 микроконтроллера — один из входов его АЦП. Программа, поочерёдно подключая АЦП к выходу каждого фильтра, измеряет уровень его выходного сигнала и обрабатывает результаты измерения. Управление четырьмя тиристорами VS1—VS4 PCR406, включающими и выключающими группы ламп гирлянды, происходит через четырёхканальный оптрон U2, обеспечивающий изоляцию низковольтных цепей от высоковольтных.

СМУ из фильтра BA3834F, PIC16F73-I/SO и ёлочной гирлянды

С. БУРЦЕВ, г. Минеральные Воды Ставропольского края

Это светомузыкальное устройство (СМУ), в отличие от подобных, не содержит много деталей и не требует налаживания. Оно построено на специализированной микросхеме, содержащей полосовые фильтры звуковых частот, и на микроконтроллере, программно реализующем необходимые функции управления лампами гирлянды.

В отсутствие на входе микросхемы DA1 музыкального сигнала напряжение на её выходе AOUT не превышает 0,15 В при условии, что длительность цикла опроса фильтров более 50 мс. Поэтому в программе принят уровень обнаружения наличия сигнала, равный 0,2 В. Измерять выходное напряжение нужно не ранее чем через 6,25 мс после переключения фильтров.

Управляет переключением фильтров таймер TMR0 микроконтроллера DD1. Он настроен так, что генерирует запросы прерывания программы через каждые 8,192 мс, что больше минимально необходимых 6,25 мс. Обрабатывая эти запросы, микроконтроллер выполняет измерения поочерёдно для каждого из четырёх используемых фильтров — всего около 122 каждую секунду. Изменения состояния сигналов управления каждым из тиристоров VS1—VS4 (включение—выключение соответствующих групп ламп) возможны примерно по 30 раз в секунду со сдвигом на один такт длительностью 8,192 мс для каждого тиристора.

Режимы работы СМУ (**табл. 2**) переключают кнопками SB1 и SB2, фиксирующимися в двух положениях. В режиме "Статический" все группы ламп гирлянды включены независимо от наличия или отсутствия музыкального сигнала на входе устройства. В режиме "Сильный сигнал" каждая группа ламп включена при условии, что уровень сигнала на выходе соответствующего фильтра не менее половины максимального, и выключена в противном случае.

Максимальные для каждого фильтра уровни хранятся в памяти микроконтроллера и постоянно корректируются по результатам измерений. Если какая-либо группа ламп в течение 2 с ни разу не была включена, то соответствующий максимальный уровень программа устанавливает равным удвоенному значению записанного в ней минимального уровня. Далее максимальный уровень корректируется, как описано выше. Поэтому устройство быстро адаптируется к изменениям уровня и спектрального состава музыкального сигнала. Если одна или несколько групп ламп включены практически постоянно,

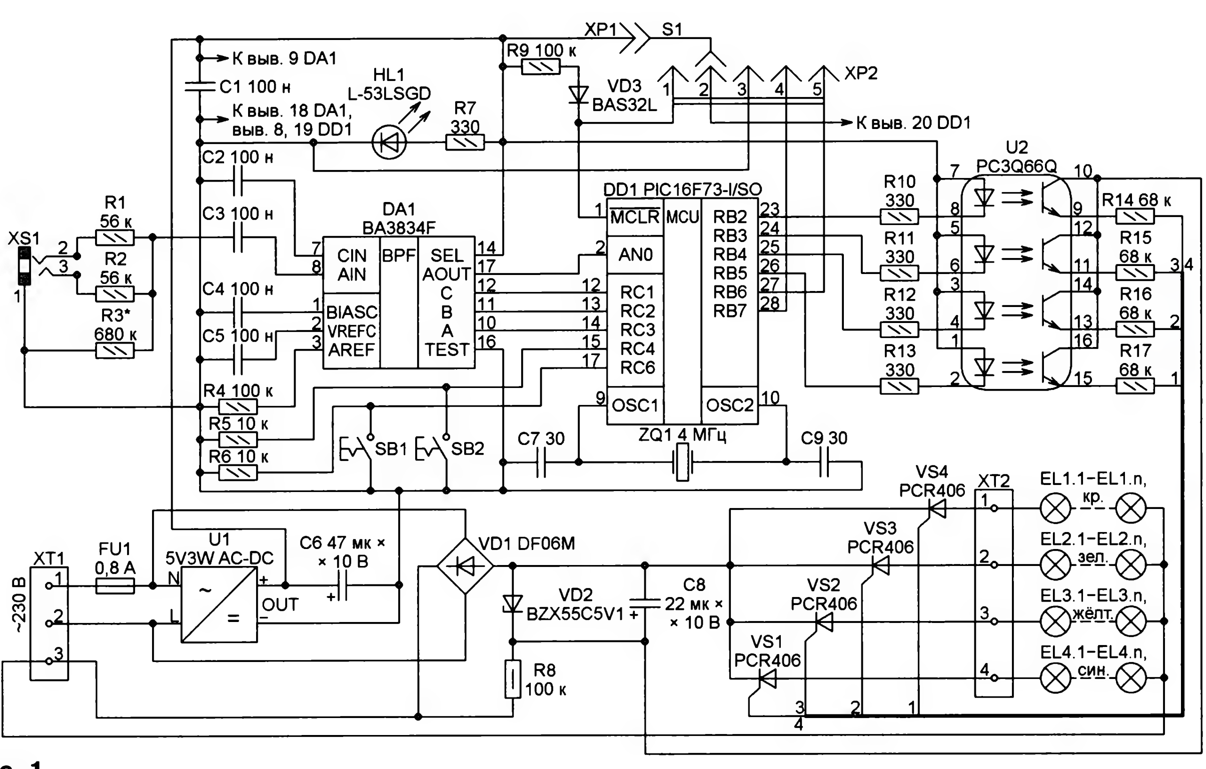
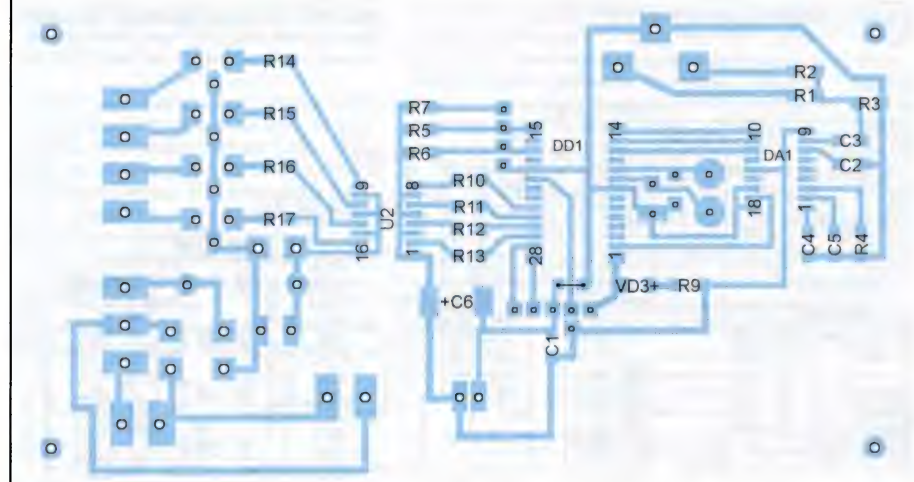


Рис. 1

Таблица 2

Состояние кнопок		Режим
SB1	SB2	
Отпущена	Произвольное	Статический
Нажата	Отпущена	Сильный сигнал
Нажата	Нажата	Слабый сигнал

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



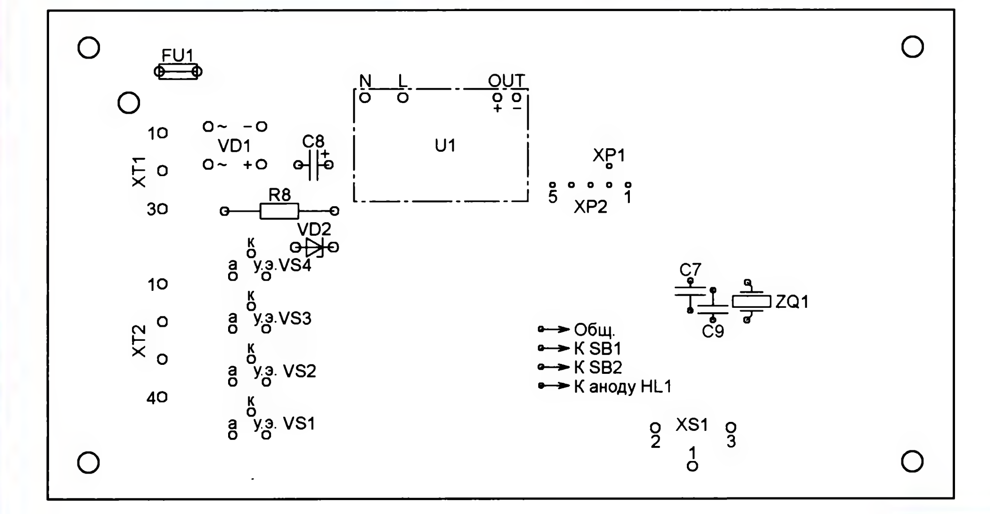


Рис. 2

значит уровень сигнала на входе СМУ слишком высок. Его нужно понизить либо уменьшить сопротивление резистора R3.

Если в описанном режиме гирлянда мигает "вяло", уровень подаваемого на вход СМУ сигнала, видимо, недостаточен, и нужно включить режим "Слабый сигнал". В нём группа ламп включена, если текущий уровень сигнала на выходе соответствующего фильтра в два и более раза превышает минимальный, и выключена в противном случае. Никакой коррекции уровня включения не предусмотрено. Если сигнал слишком сильный, в этом режиме все лампы гирлянды будут включены почти постоянно.

В приложенном к статье файле Svetomuz Prog.asm имеется подробное словесное описание алгоритмов работы программы микроконтроллера.

Разъём XP2 предназначен для подключения программатора. Назначение его контактов: 1 — VPP, 2 — VDD (+5 В), 3 — VSS (общий), 4 — DATA, 5 — CLOCK. После загрузки в память микроконтроллера кодов из файла Svetomuz proshivka.HEX между контактом 2 этого разъёма и разъёмом XP1 необходимо установить перемычку S1.

Чертёж печатной платы СМУ изображён на **рис. 2**. Она рассчитана на установку большинства резисторов и конденсаторов типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Резистор R8 — МЛТ или подобный. Оксидные конденсаторы C6 (для поверхностного монтажа) и C8 (с проволочными выводами) — импортные, C7 и C9 — дисковые керамические.

XS1 — стереофоническое аудиогнездо под штекер диаметром 3,5 мм. XP2 — штыревая колодка PLS-5, XP1 — один штырь от такой же колодки. Контактные колодки XT1 и XT2 — винтовые с шагом контактов 5,08 мм и соответствующим их числом. Четырёхконтактную колодку XT2 можно составить из двух двухконтактных.

Диодный мост DF06M и тиристоры PCR406 или им подобные, а также некоторые другие детали можно найти в контроллере импортной ёлочной гирлянды. Малогабаритный импульсный преобразователь сетевого напряжения в постоянное 5 В мощностью 3 Вт, известный под названием 5V3W AC-DC, приобретён в зарубежном Интернет-магазине.

***От редакции**. По адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/03/svetomuz.zip** имеются программа микроконтроллера, файл печатной платы в формате Sprint Layout 6.0 и видеофильм работы СМУ.*

Терморегулятор для вентилятора с ШИ-управлением

С. ГЛИБИН, г. Москва

В настоящее время в персональных компьютерах устанавливают в основном вентиляторы, имеющие четырёхконтактный разъём и ШИ-управление (PWM). Скоростью оборотов крыльчатки управляет системная плата сигналами в виде импульсной последовательности с изменяющейся скважностью. Однако может возникнуть потребность в автономном терморегуляторе, его конструкция и представлена в статье.

Известно, что основной задачей любого терморегулятора является снижение или поддержание температуры объекта на заданном уровне. Обычно кулеры, применяющиеся в персональных компьютерах (ПК), состоят из вентилятора, теплоотвода и элементов крепления. Вентилятор, обдувая теплоотвод, обеспечивает процесс принудительной конвекции, который более эффективен, чем естественный отвод тепла с помощью конвекции и излучения. Кулер становится намного производительнее, и температура охлаждаемого объекта может снизиться в несколько раз в зависимости от производительности вентилятора.

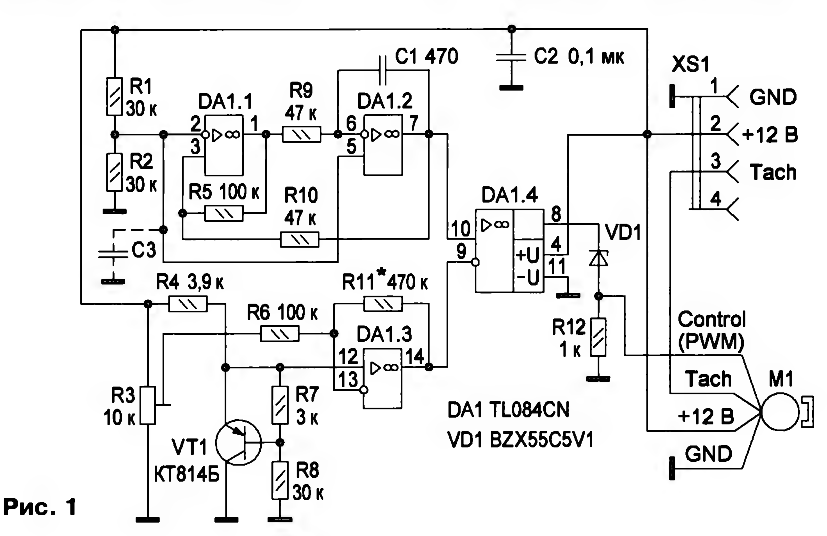


Рис. 1

В ряде случаев вентилятор могут заменить тепловые трубки, но они лишь снижают температуру объекта и не поддерживают её на заданном уровне, поскольку для этого необходимо введение обратной связи (ОС), т. е. автоматическое регулирование. Поэтому в данной статье речь пойдёт об автоматическом терморегуляторе с ОС.

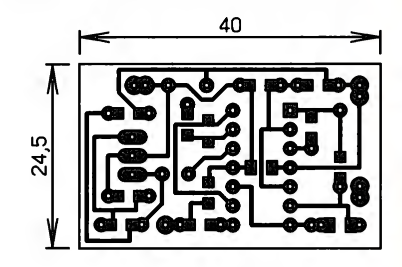
Электронный терморегулятор изменяет скорость вращения крыльчатки вентилятора, реагируя на изменения температуры контролируемого объекта. Так при низкой температуре вентилятор может быть вообще отключён или будет работать настолько тихо, что его не будет слышно. По числу штырей (коннекторов) в соединительных разъёмах вентиляторы разделяют на 2-pin, 3-pin и 4-pin (pin, англ., — штырь). На современных системных (материнских) платах установлены, как правило, 4-pin разъёмы. Разъёмы 3-pin, а тем более 2-pin, уже доживают свой недолгий век. Вентиляторы 4-pin являются более совершенными уже потому, что при их управлении скоростью вращения крыльчатки используют метод широтно-импульсной модуляции (англ. — PWM), что обеспечивает более высокий КПД и импульсное управление через имеющийся контакт Control (PWM).

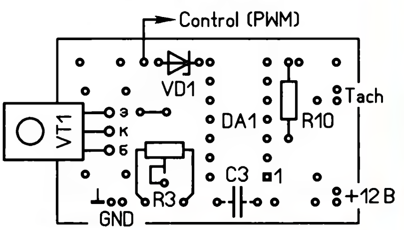
Такое управление позволяет вводить новые технологии снижения шума крыльчатки. Её обороты выставляются программно в зависимости от температуры встроенного в процессор (или в процессоры) диода, ТКН которого на прямой ветви ВАХ линейно зависит от температуры нагрева процессора. Управление производится через настройку соответствующих опций в BIOS. Названия разные — Smart Fan, Quiet Fan и т. д. Существуют и специальные программы управления вентилятором под Windows, доступные для скачивания.

Подобная технология была бы полезна, например, и при управлении оборотами вентилятора, установленного в блоке питания ПК. Фирмами выпускаются 3-pin вентиляторы с выведенными на удлинительных проводах датчиками — NTC-терморезисторами, но линейность управления вызывает сомнение. Поэтому автором был разработан терморегулятор для 4-pin вентилятора с ШИ-управлением и линейной зависимостью оборотов крыльчатки от температуры нагрева объекта. Он установлен на теплоотводе для выпрямительных диодов в блоке питания настольного ПК. Ничто не мешает применить такой регулятор с вентилятором в других электронных устройствах для снижения температуры охлаждаемого объекта на заданном уровне (различных БП, УМЗЧ и т. д.).

Схема терморегулятора приведена на **рис. 1**. Он собран на микросхеме TL084CN [1] и транзисторе КТ814Б. Микросхема содержит четыре ОУ. На ОУ DA1.1 и DA1.2 микросхемы собран генератор треугольных импульсов частотой 20 кГц и размахом около 6 В. Его схема, взятая за основу и упрощённая, в русском переводе из британского "Wireless World", опубликована в журнале "Радио" [2].

Двухполюсник на транзисторе VT1 структуры p-n-p и резистивном делителе R7R8 образует аналог последовательной цепи полупроводниковых диодов с суммарным прямым падением напряжения около 6 В. Падение напряжения задано соотношением сопротив-





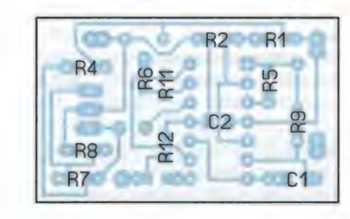


Рис. 2

лений делителя и определяется как $U_{бэ\ VT1}$·(R7 + R8)/R7. Такое схемное решение позволяет закрепить датчик температуры VT1 на теплоотводе без изолирующей подложки и получить достаточно большое линейное изменение падения напряжения на двухполюснике от температуры. Рабочий ток транзистора задан резистором R4.

ОУ DA1.3 усиливает напряжение с выхода термодатчика в пять раз. Коэффициент усиления задан отношением сопротивлений резисторов R11 и R6. Положение движка подстроечного резистора R3 задаёт начальное напряжение на выходе ОУ (вывод 14) для работы терморегулятора по выбранному алгоритму, о котором будет сказано ниже.

Это напряжение поступает на инвертирующий вход (вывод 9) ОУ DA1.4, который включён как компаратор. На неинвертирующий вход (вывод 10) ОУ DA1.4 поступает напряжение треугольной формы с выхода генератора (вывод 7 DA1.2). Именно необходимость применения компаратора определила выбор микросхемы серии TL084, ОУ которой имеют скорость нарастания (Slew rate) выходного напряжения не менее 16 В/мкс [1]. На выходе компаратора (вывод 8 ОУ DA1.4) формируются прямоугольные импульсы частотой 20 кГц с крутыми фронтами, скважность которых зависит от начального и изменяющегося от температуры напряжения на выходе ОУ D1.3. С ростом температуры длительность импульсов увеличивается при неизменной частоте, и наоборот. Если эти импульсы подать на вход Control (PWM) электродвигателя вентилятора, то получим ШИМ, зависящую от температуры. Для совместимости логических уровней импульсов выходного напряжения ОУ DA1.4 (+1,5...+10 В) и допустимого напряжения на входе Control (PWM) вентилятора (0...+5 В) установлены стабилитрон VD1 и резистор R12.

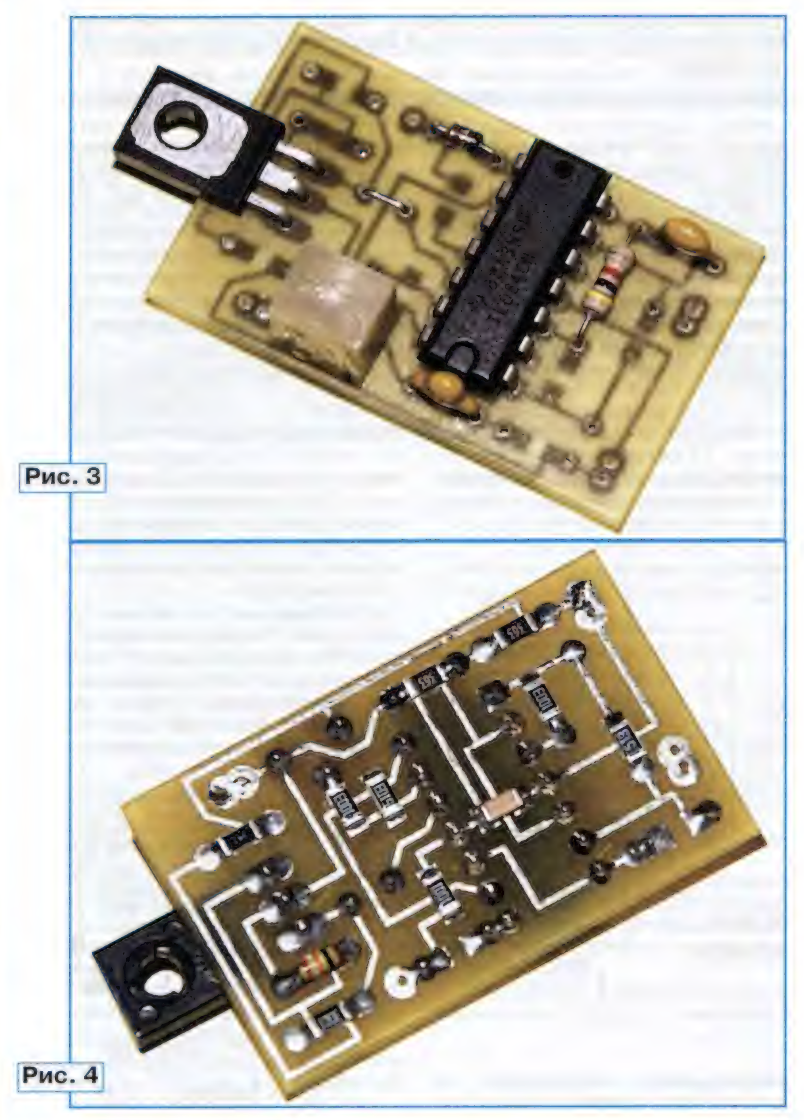


Рис. 3

Рис. 4

Чертёж печатной платы терморегулятора и расположение элементов приведены на **рис. 2**. Микросхема TL084CN — в корпусе DIP-14. Выбор типа подстроечного резистора R3 зависит от выбора свободного места на теплоотводе для крепления транзистора КТ814Б винтом М3 и удобства доступа наконечника отвёртки к движку, в данном случае применён резистор СП3-19б. Резистор R10 — выводной, остальные элементы могут быть как выводными, так и поверхностно монтируемыми, для этого на плате имеются продублированные контактные площадки. На рис. 2 показан чертёж размещения поверхностно монтируемых элементов на плате. Конденсаторы — керамические или плёночные. Возможно, что при креплении транзистора КТ814Б потребуется перевернуть его корпус на 180° металлической подложкой к теплоотводу. Чертёж печатной платы с такой установкой транзистора имеется по адресу, указанному редакцией в конце статьи. На **рис. 3** и **рис. 4** приведены фото собранной печатной платы.

Как правило, штатный разъём вентилятора имеет достаточно длинные соединительные провода. Для подключения терморегулятора их можно разделить кусачками, например, на равные по длине отрезки, и запаять на соответствующих контактных площадках платы. При этом способе в качестве XS1 задействована штатная розетка, что весьма удобно. В авторском варианте она подключена к штыревому разъёму Chassis Fan Connector на системной плате ПК. Подсчёт импульсов с выхода Tach (см. рис. 1) тахогенератора двигателя, помимо БИОСа, в Windows ведётся программой CPUID HWMonitor и выводится в виде числа оборотов в минуту.

Налаживание регулятора несложно. Движком подстроечного резистора R3 устанавливают начальные обороты крыльчатки при холодном теплоотводе. Можно установить другой алгоритм — задать движком температурную точку начала увеличения оборотов. Резистор R11 определяет крутизну изменения скорости вращения от изменения температуры нагрева и выход на максимальные обороты. В зависимости от производительности вентилятора эту характеристику необходимо подобрать, изменяя сопротивление резистора в ту или иную сторону, вплоть от нулевого значения до нескольких МОм.

При наличии помех по цепям питания ОУ они будут проникать в делитель R1R2 и могут исказить форму вершин треугольного напряжения на выходе генератора. Наличие искажений можно заметить с помощью осциллографа. В этом случае к делителю следует подключить дополнительный керамический конденсатор С3 ёмкостью 0,01 мкФ. На схеме и расположении элементов он показан с пунктирными выводами.

ЛИТЕРАТУРА

1. TL084, TL084A, TL084B General purpose JFET quad operational amplifiers. — URL: **https://www.st.com/resource/en/datasheet/CD00000493.pdf** (12.02.20).

2. Преобразователь ёмкость — напряжение. — Радио, 1984, № 10, с. 61.

От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF размещены по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/03/t_cont.zip** на нашем сервере.

Мощный светодиодный модуль в фонаре

В. МАКАРОВ, г. Москва

Автор статьи делится своим опытом модернизации светодиодного фонаря китайского производства.

Как-то при покупке чего-то полезного продавец в качестве бонуса подарил совершенно бесполезный, как потом выяснилось, фонарь. Работал он от двух гальванических элементов номинальным напряжением по 1,5 В типоразмера С (элементы 343, А343, R14, LR14). В качестве излучающего элемента в этом фонаре был применён небольшой светодиод белого свечения, ваттных светодиодных модулей позволили более равномерно осветить пространство около светильника и улучшить его внешний вид, поскольку сейчас отсутствовала выступающая часть ранее использовавшейся светодиодной или лампы накаливания.

Светодиодные модули мне так понравились, что попавшийся на глаза корпус фонаря-подарка заставил по-

число аккумуляторов или аккумуляторных батарей, чтобы "набрать" сразу 23 В для питания светодиодного модуля, оказалось проблематично. Кроме того, известно, что чем больше аккумуляторов или батарей, тем хуже надёжность всего устройства. Выход из строя одного аккумулятора может привести к неработоспособности всего устройства. В корпусе фонаря могли свободно поместится два Li-ion аккумулятора типоразмера 16650 ёмкостью 2500 мА·ч или один большего типоразмера и большей ёмкости, например типоразмера 26650 ёмкостью 5000 мА·ч.

Необходимое напряжение для питания светодиодного модуля создаёт повышающий преобразователь на микросхеме XL6005E1 в корпусе TO252-5, которая представляет собой импульсный преобразователь для питания светодиодов (драйвер) с коммутирующим транзистором, рассчитанным на ток 4 А.

Схема источника питания светодиодного фонаря показана на **рис. 2**. За её основу взята рекомендуемая производителем микросхемы типовая схема её включения. Поскольку напряжение на входе FB микросхемы DA1 сравнивается с внутренним напряжением 0,22 В, сопротивление токоизмерительного резистора R2 (в омах) рассчитывают по формуле $R2 = 0{,}22/I_{св.модуль}$, где $I_{св.модуль}$ — ток (в амперах), протекающий через светодиодный модуль. Напряжением на входе EN микросхемы можно управлять её включением и выключением. Если этот вход соединён с общим проводом, микросхема выключена, а если на этот вход подано напряжение больше 1,4 В, микросхема

22mm
24mm
Φ20mm
2B7C
21-23V 7W

Colour : White/ Warm White/ Natural White
Voltage : 21-23V
Power : 7W
Current : 240-260mA
Life Span : 50000h
Material : Aluminum PCB
Lumens : 100LM / W
Luminous Surface : Φ20mm

Рис. 1

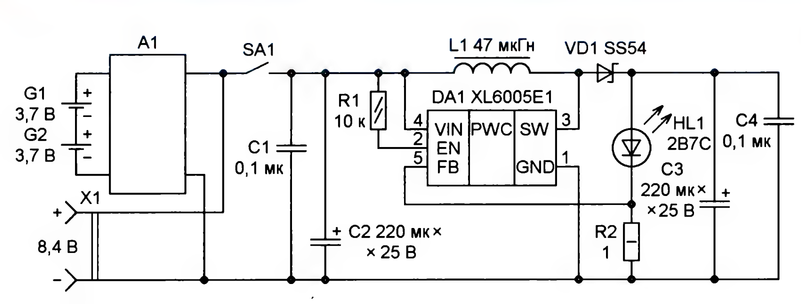


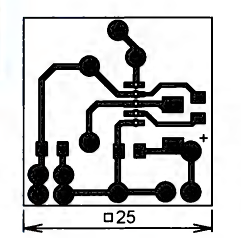
Рис. 2

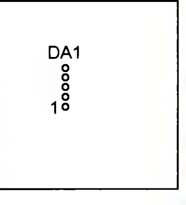
питаемый от источника (драйвера) на микросхеме без маркировки в корпусе TO92. Но то ли изготовитель сэкономил на светодиоде, то ли сама микросхема драйвера была бракованной, фонарь светил хуже, чем вспышка-подсветка смартфона. Попытки заменить светодиод более мощным ни к чему хорошему не привели, и фактически корпус фонаря был отложен до лучших времён.

Не так давно я переделывал настенный светильник. Переделка заключалась в замене лампы с цоколем E14 на светодиодные модули СОВ (Chip On Board). Несколько установленных трёх-тратить пару свободных выходных дней на его глубокую модернизацию. Тем более, что семиваттные СОВ-модули 2В7С с цветовой температурой 4000 К лежали на полочке рядом с микросхемой XL6005E1, ранее купленной в известном Интернет-магазине для проведения экспериментов.

Применённый в фонаре семиваттный модуль рассчитан на напряжение питания 21...23 В и потребляемый ток 240...260 мА (**рис. 1**).

Корпус фонаря небольшой, внутренний диаметр немного меньше 35 мм, длина 120 мм. Разместить достаточное





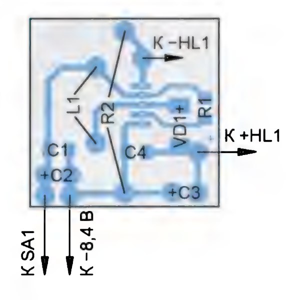


Рис. 3

включена. Поэтому на вход EN через резистор R1 подано напряжение питания микросхемы.

Чертёж печатной платы источника питания светодиодного модуля и расположение на ней элементов показаны на **рис. 3**. Плата изготовлена из фольги-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Рис. 4

Рис. 5

Рис. 6

Рис. 7

Рис. 8

рованного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Она размещена в крышке корпуса фонаря (**рис. 4**). Все элементы, за исключением микросхемы, расположены со стороны печатных проводников (**рис. 5**). Выводы микросхемы, предназначенной для поверхностного монтажа, отформованы — отогнуты под прямым углом в сторону, противоположную металлическому основанию корпуса, вставлены в отверстия и припаяны к соответствующим площадкам платы (**рис. 6**). Микросхема XL6005E1, как наиболее нагревающийся элемент, своим металлическим основанием приклеена теплопроводным клеем "Радиал" к небольшому алюминиевому теплоотводу, который, в свою очередь, зафиксирован силиконовым герметиком 704 в прорезанном окне крышки корпуса (**рис. 7**, **рис. 8**). Теплоотвод, выходящий из корпуса наружу, позволяет отвести лишнее тепло из внутреннего пространства фонаря.

В источнике питания применён диод Шоттки SS54 (VD1) в корпусе DO-214AA. Резистор R1 и керамические конденсаторы C1, C4 — для поверхностного монтажа типоразмера 1206. Автор применил резистор R2 металлооксидный

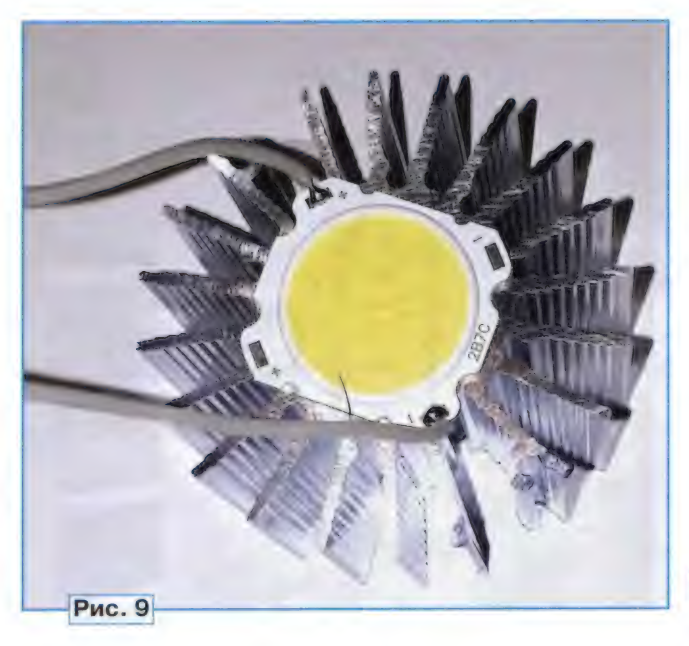


Рис. 9


Рис. 10

мощностью рассеяния 1 Вт, поскольку такой был в наличии. Можно использовать резистор меньшей мощности рассеяния, например, 0,125, 0,25 или 0,5 Вт. Конденсаторы С2 и С3 — оксидные группы LOW ESR с малым эквивалентным последовательным сопротивлением. Дроссель индуктивностью 47 мкГн, намотанный на кольцевом магнитопроводе, приобретён в Интернет-магазине.

Светодиодный модуль 2B7C приклеен теплопроводным клеем "Радиал" к ребристому теплоотводу из алюминиевого сплава (**рис. 9**). Размеры теплоотвода подобраны так, чтобы он свободно помещался в корпусе фонаря.

Токопроводящие площадки светодиодного модуля и места пайки проводов для защиты от влаги покрыты акриловым изоляционным лаком PLASTIK 71, так как в корпусе фонаря в месте расположения теплоотвода для его лучшего охлаждения сделаны отверстия, через которые возможно попадание влаги на электрические контакты (**рис. 10**).

Опыт эксплуатации фонаря показал, что поверхность светодиодного модуля в течение двух часов непрерывной работы нагревается не выше 62 °С при температуре окружающей среды 22 °С. В корпусе фонаря отсек с источником питания отделён от светодиодного модуля с теплоотводом прокладкой из вспененного полиэтилена, которая выполняет функцию тепло- и влагозащиты.

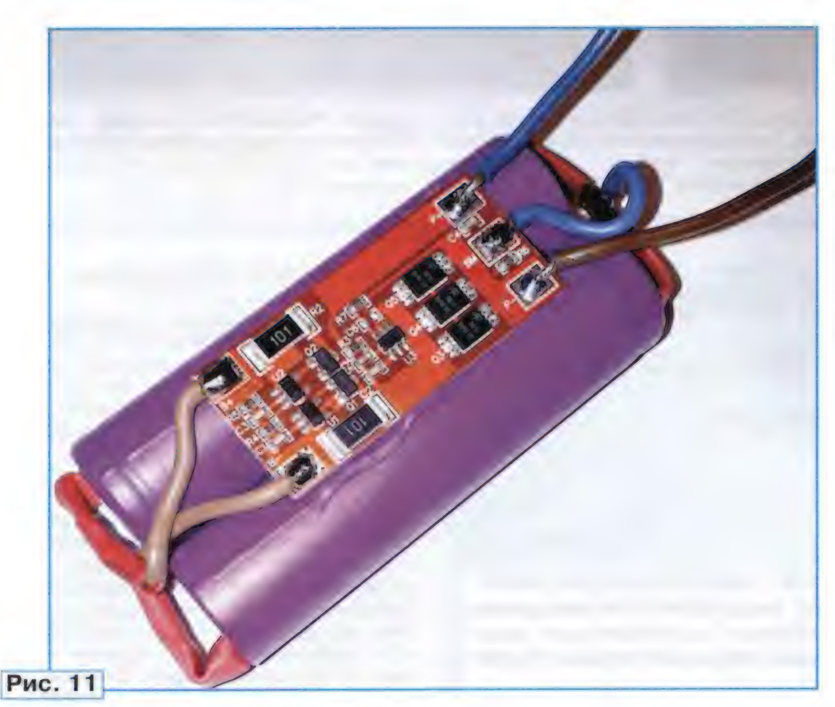


Рис. 11

Первоначальное желание использовать источником питания один аккумулятор себя не оправдало. КПД преобразователя оказался слишком низким. Ему приходилось повышать напряжение с 3,7 до 22 В с током нагрузки 0,22 А. Ток через коммутирующий транзистор микросхемы был весьма большим, и тепловые потери, в том числе, давали о себе знать. И самое главное, производитель микросхемы XL6005E1 гарантировал её нормальную работу при входном напряжении от 3,6 В, хотя мой экземпляр работал уже от 3 В. Были приобретены два Li-ion аккумулятора UR16650ZTA типоразмера 16650 производства фирмы SANYO ёмкостью 2500 мА·ч, напряжением 3,7 В и с приваренными выводами из никелевой ленты. Поскольку Li-ion аккумулятор может быть повреждён, если напряжение на его выводах окажется меньше 2,5...2,7 В, из давних запасов была извлечена плата защиты и балансировки зарядки для двух Li-ion аккумуляторов. На схеме рис. 2 она обозначена А1. К сожалению, плата была приобретена много лет назад, и на ней не было никакой информации об изготовителе и её типе. В качестве замены можно предложить контроллер зарядки—разрядки (PCM) для Li-ion батареи напряжением 7,4 В с балансиром HCX-D148V1. Внешний вид аккумуляторов с подключённой платой показан на **рис. 11**.

Для зарядки аккумуляторов применено готовое промышленное сетевое импульсное зарядное устройство с выходным напряжением 8,4 В и током зарядки до 1,5 А. Подключается оно через разъём X1. Для включения использован выключатель фонаря с минимальными доработками, на схеме рис. 2 он обозначен SA1.

При питании от двух аккумуляторов КПД драйвера приблизительно равен 89 %. Полной зарядки аккумуляторов хватает больше чем на два с половиной часа непрерывной работы. Поскольку в модернизированном фонаре нет фоку-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 3, 2020





Рис. 12

сирующей линзы, апертура луча широкая, он позволяет осветить пространство вблизи существенно лучше, чем промышленные малогабаритные светодиодные фонари. По моим впечатлениям, модернизированный фонарь представляет собой автономную лампу-переноску, только без сетевого шнура. На **рис. 12** показан пример освещения модернизированным фонарём затемнённой части технического помещения.

Фотовыключатель вентилятора в подсобном помещении

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В статье предложен выключатель, автоматически включающий вентилятор в каком-либо подсобном помещении при включении освещения. Отключение вентилятора происходит с задержкой через некоторое заданное время после выключения света.

Если естественная вытяжная вентиляция в ванной, туалетной комнате или любом другом подсобном помещении работает не очень эффективно, для её улучшения можно установить вентилятор с питанием от сети 230 В. Однако включать и выключать его вручную может оказаться неудобно. Вентилятор можно подключить параллельно осветительным приборам, тогда при включении освещения он автоматически включится. Но в этом случае продолжительность его работы может оказаться недостаточной, поскольку при выключении освещения он также отключится. Более полезным может оказаться устройство, которое включает вентилятор при появлении освещения и выключает его через несколько минут после наступления темноты.

В этом случае поможет фотовыключатель, который выполняет указанную выше функцию. Удобством такого решения может быть, в зависимости от конкретной ситуации, простота подключения, поскольку не требуется доступа к осветительным приборам, который может быть затруднён.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Оно содержит светочувствительный элемент — фоторезистор R1, два компаратора, один из которых собран на элементах DD1.1 и DD1.3, а другой — на элементах DD1.2 и DD1.4, времязадающую RC-цепь R4C1, ключ на полевых транзисторах VT1, VT2 и узел питания на элементах VD4, VD5, C2 и R8. Узел питания собран по схеме с балластным резистором R8, который ограничивает ток, потребляемый устройством. Переменное напряжение выпрямляет диод VD4, пульсации сглаживает конденсатор C2, а стабилитрон VD5 стабилизирует напряжение питания (10 В) компараторов. Сетевое напряжение подключают к контактам 1 и 2 разъёма X1, а нагрузку (вентилятор) — к контактам 3 и 4. Диоды VD2, VD3 защищают затворы полевых транзисторов, а резистор R7 — выход элемента DD1.4 от импульсных бросков сетевого напряжения.

Устройство работает следующим образом. В исходном состоянии фоторезистор R1 затемнён, его сопротивление велико, поэтому на входе первого компаратора напряжение ниже порогового и на его выходе (вывод 4 элемента DD1.3) — низкий логический уровень. Конденсатор C1 разряжен, поэтому на входе и выходе второго компаратора низкий уровень напряжения, полевые

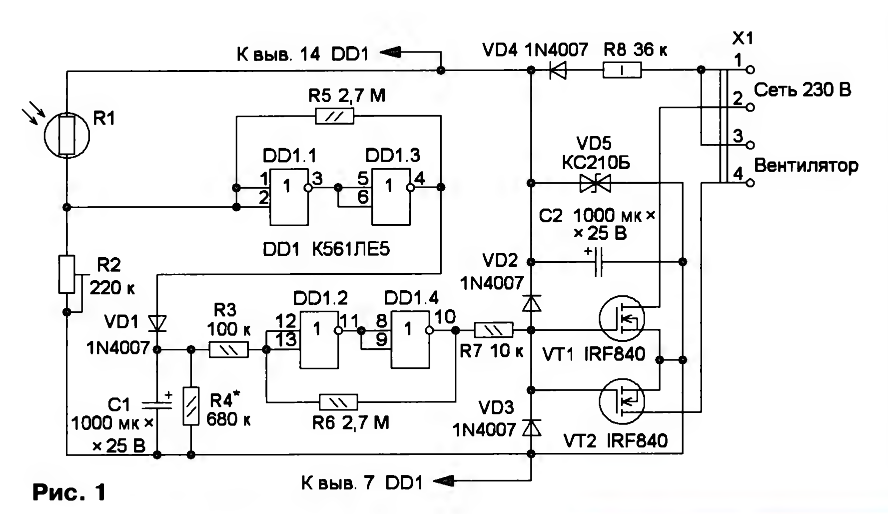
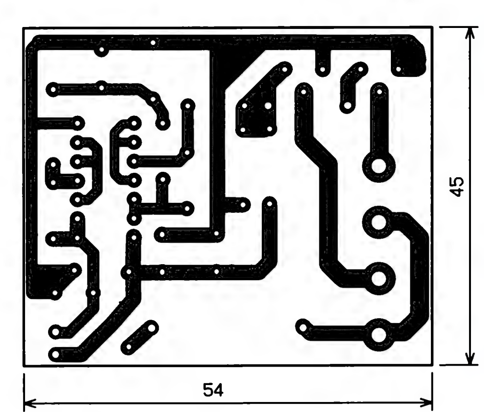


Рис. 1



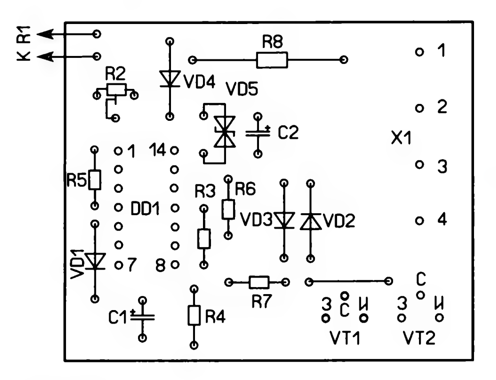


Рис. 2



Рис. 3

транзисторы закрыты и нагрузка обесточена.

Когда фототранзистор R1 будет освещён, его сопротивление уменьшится и напряжение на резисторе R2 увеличится. В результате компаратор на элементах DD1.1, DD1.3 переключится и на выходе элемента DD1.3 появится напряжение, близкое к напряжению питания микросхемы. Конденсатор C1 быстро зарядится через диод VD1, второй компаратор переключится и на затворы полевых транзисторов поступит открывающее напряжение. Поэтому на нагрузку поступит сетевое напряжение. Пока фоторезистор будет освещён, состояние устройства не изменится.

При затемнении фоторезистора первый компаратор вернётся в исходное состояние, но поскольку конденсатор C1 заряжен, состояние второго компаратора и полевых транзисторов не изменится и на нагрузку будет поступать сетевое напряжение. Так будет продолжаться до тех пор, пока конденсатор не разрядится через резистор R4, после чего второй компаратор переключится, транзисторы закроются и нагрузка будет обесточена. Время задержки выключения нагрузки после выключения освещения определяется постоянной времени цепи R4C1 и для указанных на схеме номиналов составляет примерно 10 мин.

Все элементы устройства размещены на односторонней печатной плате из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, её чертёж показан на **рис. 2**. Применены постоянные резисторы МЛТ, подстроечный — СП3-19, фоторезистор — в металлическом корпусе серии VT300 — VT30N3 или VT30N4 с темновым сопротивлением 1...2 МОм, но можно применить фоторезисторы без корпуса серий VT800, VT900 с таким же темновым сопротивлением. Конденсаторы — К50-35 или импортные аналоги. Взамен микросхемы К561ЛЕ5 можно применить К561ЛА7. Замена полевых транзисторов IRF840 — полевые высоковольтные транзисторы с допустимым напряжение сток—исток не менее 400 В, максимально допустимым током стока не менее 1 А и сопротивлением канала не более 3 Ом. Подойдут транзисторы IRF740, IRFBC30, IRFBC40, SPP03N60. Диод VD4 — маломощный выпрямительный с допустимым обратным напряжением не менее 400 В, стабилитрон VD5 — маломощный обычный или двуханодный с напряжением стабилизации 10...12 В, остальные диоды могут быть маломощными выпрямительными или импульсными, например, серий КД521, КД522, 1N4148. Разъём X1 — клеммник барьерный винтовой серии DG25 с шагом выводов 7,62 мм. Но можно применить и другой, рассчитанный для работы в сети 230 В. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**.

Плату можно разместить в пластмассовом корпусе подходящего размера. Для защиты от влаги её желательно покрыть влагостойким лаком. Налаживание устройства сводится к установке порога переключения компаратора подстроечным резистором R2. Время задержки выключения вентилятора можно изменить подборкой конденсатора C1. Не следует забывать, что все элементы устройства находятся под напряжением сети 230 В!

От редакции. *Чертежи печатных плат в формате Sprint LayOut имеются по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/03/fotovent.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Детекторы радиации на p-i-n фотодиодах

А. КОРНЕВ, г. Одесса, Украина

Одно из последствий деятельности человечества — загрязнение окружающей среды свалками, ядерными отходами и прочим мусором нашей цивилизации. Чтобы избежать опасных последствий, необходимо контролировать параметры окружающей нас среды, особенно один из наиболее важных — уровень радиоактивного загрязнения. Сегодня наиболее популярны полупроводниковые датчики радиации — p-i-n фотодиоды. Схема построения детектора радиации с таким фотодиодом стандартна. Она включает в себя зарядочувствительный усилитель (ЗЧУ, англ. charge sensitive amplifier — CSA), одну или несколько ступеней усиления напряжения и формирователь импульсов (компаратор) [1]. Автор рассматривает несколько схем подобных детекторов, построенных на специализированных микросхемах разных производителей, а также блоки обработки информации и питания для них.

Естественный радиационный фон создают космические лучи и излучение природных радионуклидов, распределённых в земле, воде, воздухе и других элементах биосферы, а также в пищевых продуктах и в организме человека. Радиоактивный фон присутствует везде и всегда, где-то он больше, а где-то меньше. Органы чувств человеческого организма не способны сигнализировать о наличии радиоактивных веществ и их излучения, поэтому необходимы специальные измерительные приборы — дозиметрическая и радиометрическая аппаратура.

В физике известны четыре основных вида ионизирующего излучения — альфа, бета, гамма и рентгеновское. Энергетические диапазоны рентгеновского и гамма-излучения перекрываются, поэтому при одинаковой энергии фотонов эти виды излучения эквивалентны. Виды радиоактивного излучения различаются и по характеру воздействия на человека. Допустимые дозы конкретизированы и уточнены в официальных документах, например, в "Нормах радиационной безопасности (НРБ-99/2009)" [2] и "Основных санитарных правилах обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)" [3]. Сегодня безопасным считается уровень радиации приблизительно до 50 мкР/ч.

При проектировании детектора очень важен выбор p-i-n фотодиода и ОУ для ЗЧУ. Чтобы достичь высокой чувствительности и точности измерения, нужен ОУ с широкой частотной полосой усиления, низким уровнем приведённого к входу шума, высокой скоростью нарастания выходного напряжения, а также низким входным током.

Фотодиоды с малой рабочей (чувствительной) поверхностью имеют небольшую ёмкость, что обеспечивает их высокое быстродействие и хорошие шумовые характеристики, но чувствительность таких диодов очень низкая. Образно говоря, много фотонов пролетают мимо рабочей поверхности. Хотя одиночные фотодиоды с малой рабочей поверхностью и не пригодны для точных измерений, их можно объединить в матрицу, что значительно повысит чувствительность детектора, или использовать сцинтиллятор, что предпочтительнее.

Фотодиоды с большой рабочей поверхностью обладают высокой чувствительностью, но из-за большой собственной ёмкости их быстродействие ниже, а уровень шума выше. Ёмкость такого фотодиода можно значительно уменьшить, если подать на него обратное напряжение, близкое к максимально допустимому для него. Например, ёмкость p-i-n фотодиода PIN-RD100 с рабочей поверхностью 100 мм² без обратного смещения около 500 пФ, а при обратном напряжении 50...70 В уменьшается примерно в десять раз. В **таблице** представлены сравнительные характеристики некоторых p-i-n фотодиодов. Приведённые в ней данные об обнаруживаемом излучении и чувствительности получены с помощью самодельного детектора, который будет описан ниже.

Для обнаружения радиоактивного излучения лучше всего подходят p-i-n фотодиоды с рабочей поверхностью не менее 100 мм². Ещё лучших результатов можно достичь, применяя p-i-n фотодиоды для приёма вспышек сцинтиллятора. При этом рабочая поверхность фотодиода может быть сравнительно небольшой.

В радиолюбительских конструкциях дозиметров в качестве датчиков излучения традиционно используют счётчики Гейгера-Мюллера. Амплитуда импульса их импульсов может достигать нескольких десятков или даже сотен вольт. С такими импульсами можно работать без всякого усиления. Но дело в том, что амплитуда этих импульсов зависит только от свойств самого счётчика и параметров элементов схемы его включения. Она совершенно не зависит ни от вида, ни от энергии инициировавшей импульс частицы.

У p-i-n фотодиодов такого свойства нет. Амплитуда их импульсов пропорциональна энергии радиоактивных

Фотодиод	PIN-RD100	X100-7	S6775	BPW34
Рабочая поверхность, мм²	100	100	26,4	7,5
Максимальное обратное напряжение, В	75	50	35	60
Обнаруживаемое излучение	Рентгеновское, α, γ, тяжёлые ионы	γ	γ	γ
Число импульсов в минуту при фоне 15 мкР/ч	20–30	17, 18	1–3	0

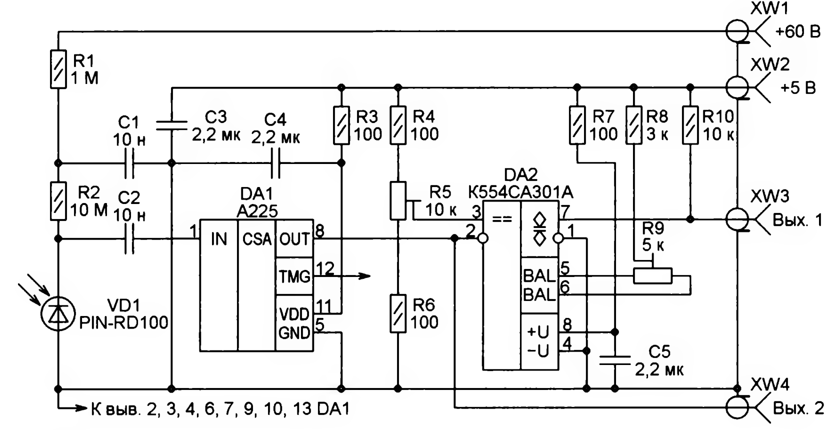


Рис. 1

частиц. С помощью таких диодов можно измерять не только дозу радиации (число импульсов за определённый интервал времени), но и энергию частицы, которую обычно выражают в электрон-вольтах (эВ). Например, гамма-квант цезия-137 имеет энергию 662 кэВ, а гамма-квант америция-241 — 59,5 кэВ. Поэтому по амплитуде импульсов можно судить о типе источника радиоактивного излучения.

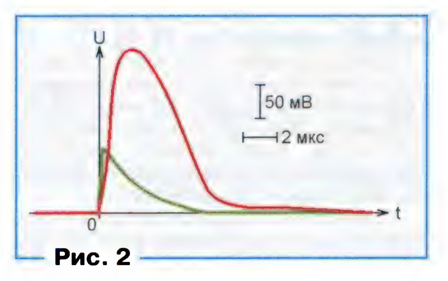
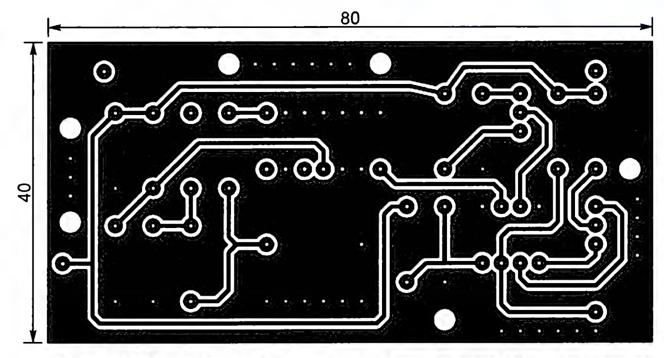


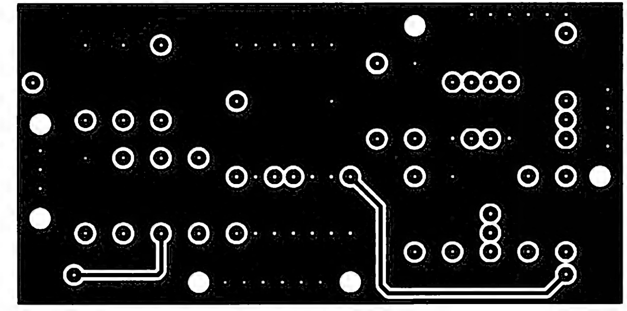
Рис. 2

Проводя такого рода измерения, можно обнаруживать особо опасные для человека радионуклиды тяжёлых элементов, ядра которых испытывают спонтанное деление. Они имеют сравнительно большие периоды полураспада и способны накапливаться в жизненно важных органах человека. К их числу принадлежат полоний-210, плутоний-238, плутоний-239, плутоний-240, плутоний-242, плутоний-244, калифорний-252 и другие элементы.

Детекторы излучения с p-i-n фотодиодами обычно строят по базовой схеме, предложенной в [1]. Такие приборы, особенно при использовании p-i-n фотодиодов с малой рабочей поверхностью (например, BPW34), обладают очень низкой чувствительностью и требуют некоторых регулировок при эксплуатации. К тому же они ненадёжны в связи с большим числом деталей (резисторов и конденсаторов), которые должны иметь высокую температурную стабильность параметров. Поэтому они не пригодны для точных измерений.

Этих недостатков можно избежать, если использовать готовые к применению прецизионные микросхемы ЗЧУ. Их выпускает целый ряд предприятий. Например, ещё в прошлом веке в СССР была выпущена микросхема ЗЧУ К1432УП1. Сегодня российская фирма MICOD выпускает высоконадёжные прецизионные микросхемы ЗЧУ CSA-250 [4] и усилителя-формирователя SA-25 [5]. Известная американская фирма AMPTEK выпускает ЗЧУ A250 (A250F) [6] с очень большим трансимпедансом (у A250 — 300 МОм, а у A250F — 1 ГОм), а также ЗЧУ с усилителем-формирователем A225 [7] и ещё целый ряд микросхем, предназначенных для работы с датчиками радиации.





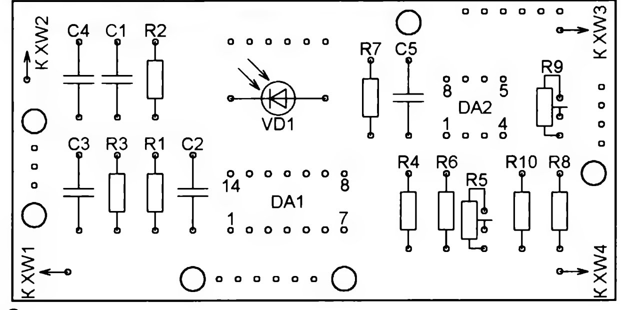


Рис. 3

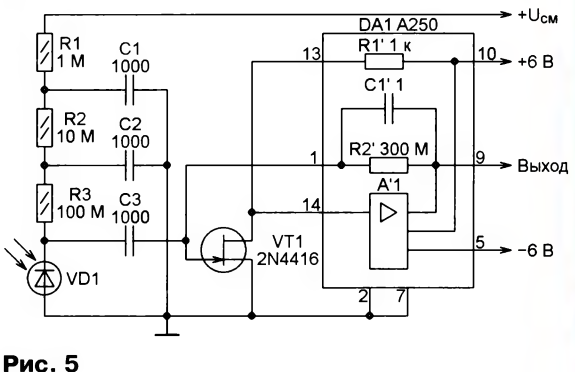


Рис. 5

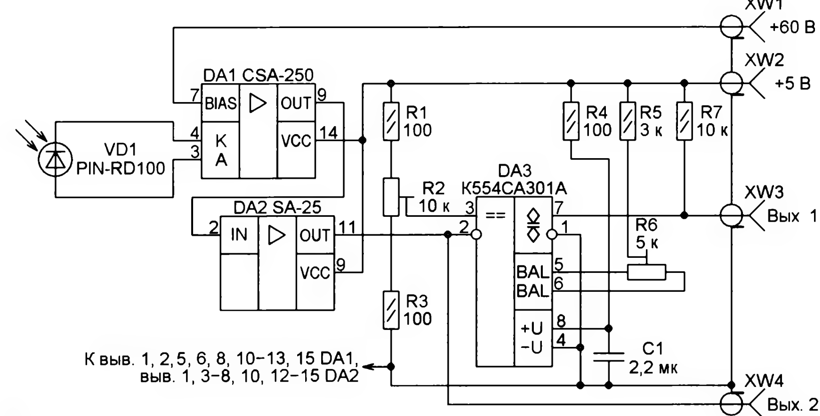


Рис. 4

На **рис. 1** изображена принципиальная схема детектора радиоактивного излучения с кремниевым p-i-n фотодиодом PIN-RD100. В нём использована микросхема A225 — современный гибридный тонкоплёночный ЗЧУ и формирующий усилитель в одном корпусе, разработанная специально для систем высокого разрешения с использованием фотодиодов, фотоэлектронных умножителей и других детекторов излучения.

Квант ионизирующего излучения, попавшего на фотодиод VD1, вызывает импульс тока, пропорциональный своей

энергии. На вход ЗЧУ поступает заряд Q, который преобразуется в импульс напряжения и усиливается. Коэффициент преобразования заряда Q в выходное напряжение U_{OUT} равен $1/C_f$, где C_f — ёмкость обратной связи ЗЧУ. Сигнал на выходе ЗЧУ (выводе 12 DA1) имеет крутой фронт и экспоненциальный спад (зелёная кривая на **рис. 2**). Усилитель-формирователь преобразует его в удобную для дальнейшей обработки форму (красная кривая на том же рисунке). Амплитуда выходных импульсов микросхемы A225 — 240 мВ/МэВ с кремниевым p-i-n фотодиодом и 300 мВ/МэВ с германиевым фотодиодом.

Компаратор DA2 формирует на выходе 1 детектора импульсы уровней ТТЛ длительностью около 3 мкс. Они предназначены для подачи на вход счётчика или частотомера для измерения дозы радиации. Выход 2 используют для измерения амплитуды импульсов, т. е. энергии частиц. К нему можно подключить пиковый или среднеквадратичный детектор для аналогового измерения амплитуды импульсов или же АЦП для её цифрового измерения.

В детекторе желательно применять резисторы с минимальным ТКС и конденсаторы с минимальным ТКЕ. Подстроечные резисторы должны быть многооборотными. Регулировка устройства сводится к установке порога срабатывания компаратора на уровне около 50 мВ подстроечным резистором R5 — грубо, а подстроечным резистором R9 — более точно.

Следует уделить особое внимание разработке печатной платы детектора.

VT1 BF862
R2 1 М
C1 0,25
VD1
R1 4,99 к
DA1.1
DA1 LTC6244HVCMS8
+5 В
Выход
−5 В

Рис. 6

Во-первых, все выводы GND микросхемы ЗЧУ и усилителя-формирователя должны быть соединены с аналоговым общим проводом. Во-вторых, необходимо исключить использование общего провода сильноточных, силовых и прочих устройств, которые могут создать помехи ЗЧУ. И в-третьих, рекомендуется использовать многослойную плату или, по крайней мере, двухслойную с металлизированными отверстиями. На плате должны быть два слоя общего провода — верхний и нижний, а печатные проводники сигнальных цепей и цепей питания должны проходить по защищённым от помех внутренним слоям или окружены фольгой общего провода на платах с двусторонней печатью. Чертёж печатной платы для описанного выше детектора, разработанной с учётом изложенных соображений, и схема размещения деталей на ней изображены на **рис. 3**.

Для соединения этой платы с другими устройствами используют 50-омные коаксиальные кабели с разъёмами, например, SMA-142-0701-801 или аналогичными. Блок питания, особенно импульсный, следует экранировать, как, впрочем, и сам детектор.

Схема детектора радиоактивного излучения с использованием ЗЧУ CSA-250 и усилителя-формирователя SA-25 изображена на **рис. 4**. Эти микросхемы имеют внутренние фильтры питания. Функция компаратора напряжения DA3 такая же, как и в предыдущем случае. Аналогичны и требования к печатной плате.

В обоих случаях вместо фотодиода PIN-RD100 можно использовать другие p-i-n фотодиоды, чувствительные к жёсткому излучению. Желательно с рабочей поверхностью не менее 100 мм^2. Фотодиоды с меньшей рабочей поверхностью следует объединять в матрицу или же использовать сцинтиллятор, что гораздо эффективнее. В зависимости от типа и экземпляра фотодиода число генерируемых им импульсов в минуту при одинаковой интенсивности радиации может быть разным, поэтому желательно калибровать прибор по показаниям поверенного дозиметра.

Важно отметить, что существует метод, позволяющий существенно уменьшить влияние ёмкости фотодиода. Это установка на входе ЗЧУ истокового повторителя на малошумящем n-канальном полевом транзисторе с изоляцией затвора p-n переходом и малой входной ёмкостью [6, 8]. Схемы ЗЧУ с полевым транзистором на входе микросхемы A250 и на входе малошумящего операционного усилителя LTC6244HVCMS8 [9] изображены соответственно на **рис. 5** и **рис. 6**. Этот метод применяли и в СССР, используя ЗЧУ К1432УП1, малошумящий высокочастотный полевой транзистор КП341 и p-i-n фотодиод ФДУК-100УВ. В ЗЧУ CSA-250 полевой транзистор уже встроен.

Если кратко описать суть работы таких узлов, то шум ОУ в них заменён значительно меньшим шумом полевого транзистора, поскольку резистор обратной связи теперь не "смотрит" на большую ёмкость фотодиода. Вместо неё в формировании шумовых характеристик участвуют ёмкость затвора полевого транзистора, входная ёмкость ОУ и некоторые паразитные ёмкости, что в сумме не превышает 10 пФ. Большая ёмкость фотодиода теперь включена между затвором и истоком малошумящего полевого транзистора.

Можно использовать и готовые модули (гибридные микросхемы) ЗЧУ с встроенным p-i-n фотодиодом и сцинтиллятором, например, BG51, AL53, RD3024, RD2007, RD2014, MOD501495, "Детектор Сцинтиллятор-Фотодиод" [10] и многие другие. Любые используемые в качестве датчиков радиации твердотельные фотоприборы, в которых нет встроенной защиты от видимого света, следует тщательно экранировать от него, чтобы исключить ложные срабатывания.

На **рис. 7** изображена схема блока обработки результатов измерения для рассмотренных детекторов.

Кратковременное нажатие на кнопку SB1 запускает таймер DD2, формирующий импульс, длительность $t_{имп}$ которого определяет время счёта импульсов детектора, поступающих на разъём XW2. Она равна

$$t_{имп} = 128 \cdot R5 \cdot C9.$$

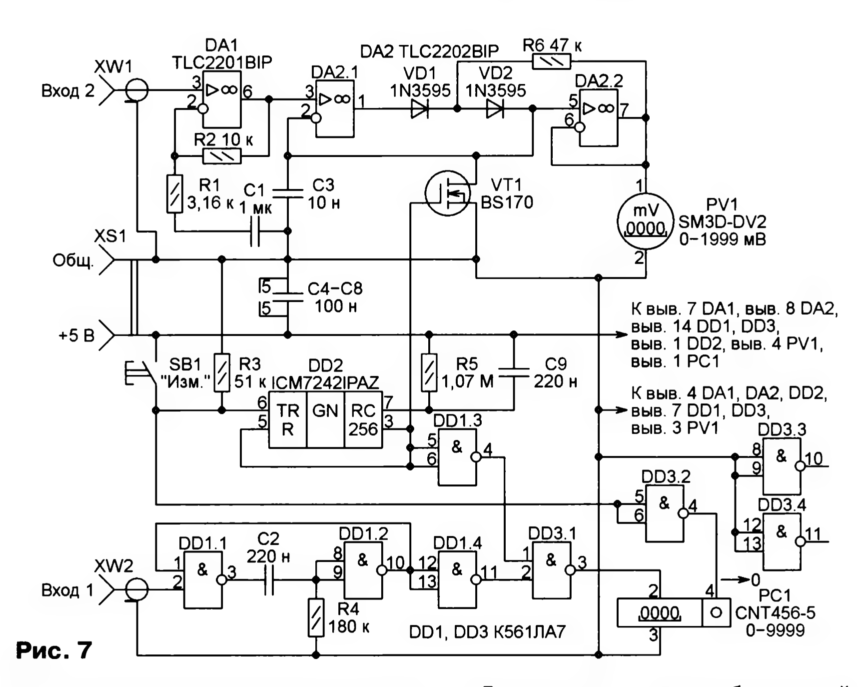


Рис. 7

Длительность должна быть такой, чтобы число импульсов, поступивших от детектора радиации за это время, было в среднем равно интенсивности излучения в микрорентгенах в час.

Импульс таймера, проинвертированный логическим элементом DD1.3,

разрешает прохождение счётных импульсов через логический элемент DD3.1 на вход встраиваемого счётчика импульсов PC1 CNT456-5. Согласно техническим характеристикам этого счётчика, импульсы на его входе должны быть не короче 20 мс, а на разъём XW2 поступают от детектора импульсы длительностью 3...3,5 мкс. Поэтому они проходят через расширитель на элементах DD1.1, DD1.2. Длительность выходных импульсов расширителя рассчитывают по формуле

$$t_{имп} = 0{,}69 \cdot R4 \cdot C2.$$

На разъём XW1 поступают импульсы с выхода 2 детектора радиации для измерения их амплитуды, т. е. энергии частиц. Усилитель DA1 масштабирует входной сигнал до 1000 мВ/МэВ. С его выхода импульсы поступают на вход активного пикового детектора на ОУ DA2.1 и DA2.2. Подробное описание работы такого детектора можно найти в [11]. Выходное напряжение измеряет встраиваемый цифровой милливольтметр PV1.

В интервалах между циклами измерения пиковый детектор заблокирован открытым транзистором VT1, подключённым параллельно накопительному конденсатору C3. Его разблокирует, закрывая транзистор, тот же импульс таймера, что разрешает счёт.

Важно отметить, что накопительный конденсатор C3 пикового детектора должен иметь малый тангенс угла потерь tgδ, низкую абсорбцию и минимальный ток утечки. Лучше всего применить полистирольный конденсатор, но подойдёт и полипропиленовый или полиэтилентерефталатный.

На **рис. 8** изображена схема измерительной части дозиметра, где применён не совсем стандартный метод измерения частоты, а именно аналоговый — преобразование частоты следования импульсов в напряжение. Что это даёт? Во-первых, для измерения частоты использована всего лишь одна микросхема преобразователя напряжения в частоту LM331N [12], которая способна работать и в режиме преобразователя частоты в напряжение. Во-вторых, индикатором как частоты, так и амплитуды импульсов служит один и тот же прибор — цифровой милливольтметр.

Рис. 8

Рис. 9

Ну, а в-третьих, выходной сигнал преобразователя легко масштабируется. Характеристику преобразования микросхемой LM331N частоты в напряжение описывает формула

$$U_{вых} = F_{вх} \cdot 2{,}09 \cdot \frac{R9}{R5} \cdot R7 \cdot (C3 + C5).$$

С резисторами R5, R7, R9 и конденсаторами C3, C5 указанных на схеме номиналов на выходе преобразователя при естественном радиоактивном фоне 15 мкР/ч будет напряжение 150 мВ. Ещё одно преимущество такого метода — непрерывность измерения, позволяющая проследить динамику изменения интенсивности радиации в реальном масштабе времени.

Схема блока питания представленных выше детекторов излучения и блоков обработки их сигналов от батареи из двух Li-ion аккумуляторов показана на **рис. 9**. Микросхема DA1 S-8252AAQ-M6T1 [13] защищает аккумуляторы от перезарядки, глубокой разрядки и перегрузки по току, отключая от них с помощью ключа на сдвоенном полевом транзисторе VT1 S8205A [14] минусовый провод нагрузки и подключённого к разъёму XS1 зарядного устройства. Порог прекращения зарядки каждого аккумулятора равен 4,3 В, а разрядки — 2,6 В. В серии S-8252 можно выбрать микросхему и с другими порогами срабатывания: в интервале 3,55...4,6 В при зарядке и 2...3 В при разрядке.

Линейный интегральный стабилизатор DA1 формирует напряжение +5 В на разъёме XW1 для питания детектора радиации, а на разъёме XS2 для питания узла обработки сигналов. Повышающий преобразователь напряжения U1 5SAR100 (самый высоковольтный из этой серии) формирует на разъёме XW2 напряжение +60 В для смещения p-i-n фотодиода. Выходное напряжение преобразователя устанавливают резистором R3, необходимое сопротивление которого в килоомах вычисляют по формуле

$$R3 = \frac{U_{вых}}{1{,}61 - 0{,}0161 \cdot U_{вых}}.$$

где $U_{вых}$ — выходное напряжение преобразователя, В.

Преобразователи этой серии обладают высокими техническими характеристиками, в том числе по уровню высокочастотных электромагнитных излучений, что немаловажно для надёжной работы детектора. К тому же не требуются входные и выходные фильтры, они уже встроены в преобразователь.

Светодиоды HL1 и HL2 служат индикаторами наличия напряжений +5 В и +60 В.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gamma-Photon Radiation Detector. — URL: **https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/2236** (28.01.2020).

2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009). — URL: **http://nucloweb.jinr.ru/nucloserv/inform/instructions/nrb-99-2009.pdf** (28.01.2020).

3. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010). Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.2612-10. — URL: **http://nucloweb.jinr.ru/nucloserv/inform/instructions/osprb-99-2010.pdf** (28.01.2020).

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

4. Charge Sensitive Amplifier CSA-250. — URL: **https://scintillators.ru/datasheet/CSA-250_EN.pdf** (19.01.2020).

5. Shaper Amplifier SA-25(MS-25). — URL: **https://scintillators.ru/datasheet/SA-25_EN.pdf** (19.01.2020).

6. A250 Application Notes (AN250-2, Revision 3). — URL: **http://people.unipmn.it/ramello/a250app.pdf** (28.01.2020).

7. A225 Charge Sensitive Preamplifier & Shaping Amplifier. — URL: **https://www.amptek.com/internal-products/a225-charge-sensitive-preamplifier-shaping-amplifier?_id=86784BDEBFA8498393D6A379E13E06A7&_z=z#Specifications** (28.01.2020).

8. **Brisebois G.** Low Noise Amplifiers for Small and Large Area Photodiodes.— URL: **https://www.analog.com/media/en/reference-design-documentation/design-notes/dn399f.pdf** (28.01.2020).

9. LTC6244 Dual 50MHz, Low Noise, Rail-to-Rail, CMOS Op Amp. — URL: **https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/6244fb.pdf** (28.01.2020).

10. Детектор сцинтиллятор-фотодиод. — URL: **https://scintillators.ru/datasheet/ru/OEM-1_detector.pdf** (28.01.2020).

11. **Хоровиц П., Хилл У.** Искусство схемотехники. Пер. с англ. под ред. М. В. Гальперина. — М.: Мир, 1983.

12. LMx31x Precision Voltage-to-Frequency Converters. — URL: **http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm231.pdf** (28.01.2020).

13. S-8252 Series Battery Protection IC for 2-Serial-Cell Pack. — URL: **https://www.ablic.com/en/doc/datasheet/battery_protection/S8252_E.pdf** (28.01.2020).

14. S8205A Dual N-Channel Enhancement Mode Field Effect Transistor. — URL: **http://img.hqew.com/file/Others/190000-199999/190625/Electronic/201222784116896548.pdf** (28.01.2020).

Звуковой сигнализатор для выносного датчика метеостанции

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

Несколько лет назад автору в подарок досталась домашняя метеостанция MISSIL (**рис. 1**). Такие метеостанции распространяла фармацевтическая компания в качестве рекламы одного из своих лекарственных препаратов. Эта метеостанция состоит из базового блока с большим ЖК-индикатором, а также выносного датчика температуры и влажности, который передаёт данные на базовый блок по радиоканалу. Выносной датчик снабжён как встроенным терморезистором, так и внешним (в корпусе из нержавеющей стали), который подключается к датчику с помощью разъёма. В правой части ЖК-индикатора базового блока отображаются данные о температуре и влажности, измеренные выносным датчиком и датчиками, встроенными в базовый блок, а также атмосферное давление и текущие дата и время. Справа от значения каждого из параметров (температуры и влажности) имеется указатель в виде стрелки, индицирующий динамику изменения параметра (если стрелка направлена вверх и вправо, то значение контролируемого параметра растёт, если вниз и вправо — уменьшается). В левой части индикатора базового блока отображаются данные о времени восхода и захода солнца, фазе луны, а также наличии или отсутствии облачности. Базовый блок метеостанции питается напряжением 3 В от двух гальванических элементов типоразмера AA, а выносной датчик — от двух элементов типоразмера AAA. К сожалению, к метеостанции прилагается инструкция только на английском языке, поэтому во многих функциях и особенностях работы метеостанции автор так и не разобрался.

В течение продолжительного времени базовый блок метеостанции эксплуатировался исключительно в качестве комнатного термометра, а выносной датчик не использовался, так как большой потребности в нём не возникало. Но однажды при налаживании одной из конструкций возникла необходимость снять зависимость изменения сопротивления терморезистора от температуры, а в качестве образцового термометра решено было использовать внешний датчик температуры, подключаемый к выносному блоку метеостанции. Этот датчик имеет герметичную конструкцию, что позволяет погружать его в воду,



Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
РАДИО®

а также тонкий соединительный провод длиной 1 м, поэтому датчик можно поместить совместно с исследуемым терморезистором в морозильную камеру холодильника (поскольку соединительный провод тонкий, герметичность морозильной камеры не нарушится).

Контроллер выносного датчика опрашивает внешний терморезистор и передаёт информацию по радиоканалу один раз в минуту, поэтому показания на базовом блоке метеостанции изменяются с такой же периодичностью. Каждый опрос датчика индицирует вспышка светодиода, расположенного на лицевой панели выносного датчика, а также включение знака — символа антенны на ЖК-индикаторе. Так как измеренное значение температуры в течение следующей минуты не изменяется, процесс снятия зависимости сопротивления терморезистора от температуры выглядит следующим образом. Сразу после вспышки светодиода выносного датчика необходимо записать показания омметра, подключённого к терморезистору, а затем записать значение температуры, которое отображается на индикаторе базового блока, а после следующей вспышки светодиода снова повторить эти действия. На первый взгляд, данный процесс выглядит несложным, но чтобы добиться максимальной достоверности графика, необходимо снимать показания омметра сразу после вспышки светодиода выносного датчика. Если показания будут сняты позже, температура исследуемого терморезистора в процессе нагрева или охлаждения успеет измениться, что неизбежно отразится на точности построения графика. С показаниями температуры проще, поскольку в течение минуты после опроса датчика они остаются неизменными, и снимать их сразу после вспышки светодиода нет необходимости.

Таким образом, чтобы построить достоверный график, нужно постоянно наблюдать за вспышками светодиода выносного датчика и сразу после неё записывать показания омметра. Так как для построения графика зачастую требуется не один десяток точек, процесс снятия показаний получается продолжительным, и в течение этого времени приходится непрерывно следить за светодиодом, что, несомненно, утомляет. Поэтому для облегчения этого процесса было принято решение оснастить выносной датчик метеостанции звуковым сигнализатором, извещающим об очередной передаче информации.

Схема доработанного выносного датчика метеостанции приведена на **рис. 2**. Дополнительно установленные элементы выделены цветом. Плата датчика A2, на которой установлен микроконтроллер (нумерация контактов платы — условная), получает питание от батареи, составленной из гальванических элементов G1 и G2. К плате подключены датчик влажности A1 и внутренний терморезистор RK2, а внешний терморезистор RK1 подключается к плате с помощью разъёма. К плате датчика подключена также плата радиопередатчика A3 диапазона 433 МГц, передачу информации индицирует светодиод HL, включённый через токоограничивающий резистор R (светодиод и резистор установлены на плате, но для удобства они показаны вынесенными за её пределы). На плате также расположены две кнопки, первая из которых переключает один из трёх радиоканалов, в котором может работать выносной датчик (базовый блок метеостанции может получать информацию от трёх выносных датчиков), а нажатие на вторую кнопку позволяет выбрать формат отображения температуры в градусах Цельсия или Фаренгейта. Толкатели кнопок выведены в батарейный отсек датчика.

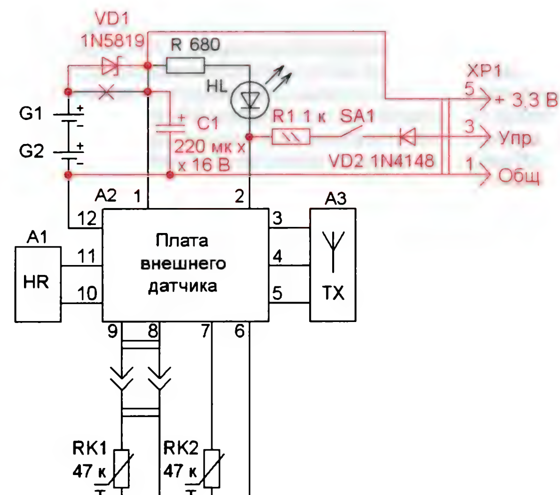


Рис. 2

Ток, потребляемый датчиком в дежурном режиме, составляет 20 мкА, а в режиме передачи сигнала на базовый блок он возрастает до 7 мА. Гальванические элементы, установленные в датчике, могут работать довольно долго, но если датчик используется лишь периодически, во избежание разряда батареи их приходится вынимать. Но делать это неудобно, так как крышка батарейного отсека крепится на четырёх винтах. Поэтому было решено питать датчик от внешнего источника напряжением 3,3 В, для чего на корпусе датчика был установлен разъём XP1 (использован компьютерный разъём DB-9M, имеющий девять контактов). Диод Шоттки VD1 развязывает батарею от внешнего источника, сохраняя возможность питания датчика от батареи, поэтому на контакт 5 разъёма XP1 можно подавать как напряжение от внешнего источника питания, так и снимать напряжение с этого контакта в том случае, если элементы установлены в батарейный отсек. Дополнительно установленный оксидный конденсатор C1 сглаживает пульсации питающего напряжения.

Звуковой сигнализатор со встроенным генератором и напряжением питания 3 В можно подключить непосредственно между плюсовым выводом конденсатора C1 и катодом светодиода HL. Но такой сигнализатор потребляет довольно большой ток, а нагрузочная способность транзистора, установленного внутри бескорпусной микросхемы и соединяющего катод светодиода с общим проводом, неизвестна. Поэтому было принято решение использовать внешний звуковой сигнализатор с транзисторным ключом, сигнал на включение которого (напряжение низкого уровня) поступает на контакт 3 разъёма XP1 через токоограничительный резистор R1 и развязывающий диод VD2. Для отключения звукового сигнала предусмотрен выключатель SA1.

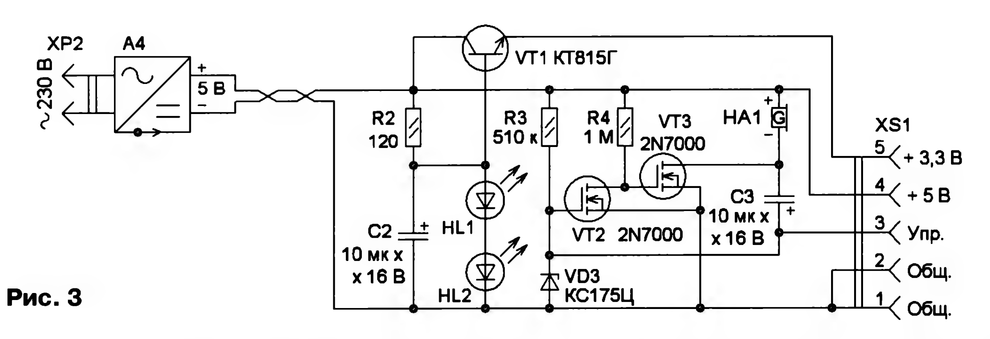


Рис. 3

Схема звукового сигнализатора, совмещённого с источником питания и подключаемого к разъёму XP1 датчика, приведена на **рис. 3** (нумерация элементов продолжает начатую на рис. 2). Устройство питается напряжением 5 В с выхода импульсного блока питания A4 (зарядное устройство для мобильных телефонов SAMSUNG модели ATADS10EBE с выходным током 0,7 А). Для получения напряжения 3,3 В использован стабилизатор напряжения на транзисторе VT1, образцовое напряжение на базе которого задают последовательно включённые светодиоды зелёного свечения HL1 и HL2, которые также выполняют функцию индикатора наличия сетевого напряжения (падение напряжения на каждом из применённых светодиодов — около 2 В). Конденсатор C2, включённый параллельно светодиодам, подавляет пульсации питающего напряжения.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Собственно звуковой сигнализатор собран на транзисторах VT2, VT3 и звуковом излучателе со встроенным генератором HA1. При разработке схемы звукового сигнализатора была поставлена задача получить продолжительность звукового сигнала, равную 3 с, при коротком (около 0,5 с) запускающем импульсе на контакте 3 разъёма XS1. Работает сигнализатор следующим образом. В исходном состоянии транзистор VT2 открыт, а VT3 закрыт, поэтому питающее напряжение на звуковой излучатель HA1 не поступает, а конденсатор C3 разряжен. При соединении контакта 3 разъёма XS1 с общим проводом конденсатор C3 заряжается через излучатель HA1 в обратном направлении (минус — на положительной обкладке), и транзистор VT2 закрывается, открывая VT3. Излучатель HA1 начинает издавать звуковой сигнал, а отрицательная обкладка конденсатора C3 через открытый канал транзистора VT3 соединяется с минусом источника питания, поэтому конденсатор C3 начинает заряжаться через резистор R3 в прямом направлении и транзистор VT3 остаётся открытым, пока напряжение на конденсаторе не достигнет порогового для транзистора. По достижении порогового напряжения транзистор VT2 открывается, закрывая транзистор VT3, при этом звуковой излучатель HA1 отключается, а конденсатор C3 разряжается через звуковой излучатель и резистор R3. Время, в течение которого звуковой сигнал будет звучать после разрыва соединения контакта разъёма XS1 с общим проводом, зависит от ёмкости конденсатора C3 и сопротивления резистора R3, в данном случае это время составляет около 3 с. Стабилитрон VD3 защищает затвор полевого транзистора VT2.

Звуковой сигнализатор имеет одну особенность. Если пороговое напряжение транзистора VT3 будет меньше порогового напряжения транзистора VT2, при плавной подаче питающего напряжения транзистор VT3 откроется раньше VT2 и сигнализатор подаст звуковой сигнал. Это свойство (включение звукового сигнала при подаче питающего напряжения) может быть весьма полезным, но если этого не требуется, то можно отобрать на место VT3 транзистор с большим пороговым напряжением или подключить между затвором этого транзистора и общим проводом конденсатор ёмкостью несколько нанофарад.

Диод VD2 в датчике (см. рис. 2) предотвращает зарядку конденсатора C3 сигнализатора после закрывания встроенного в микросхему датчика транзистора. Без этого диода конденсатор C3 после закрывания встроенного в микросхему транзистора будет заряжаться не только через резистор R3, но и через цепь RHLR1, поэтому длительность звукового сигнала будет лишь незначительно превышать длительность вспышки светодиода HL. Если звуковой сигнализатор предполагается использовать не только с датчиком метеостанции, но и с другими устройствами, диод VD2 можно установить в разрыв проводника, идущего к контакту 3 разъёма XS1 сигнализатора.

Следует отметить, что при закрытом транзисторе датчика на светодиод HL со входа звукового сигнализатора поступает обратное напряжение, но так как разница в напряжении питания сигнализатора и датчика не превышает 2 В, такой режим для светодиода не опасен. В том случае, если звуковой сигнализатор планируется питать большим напряжением, то последовательно со светодиодом HL следует включить диод Шоттки, защищающий светодиод от обратного напряжения.

Если выносной датчик метеостанции используется не очень часто, звуковой сигнализатор, совмещённый с источником питания напряжением 3,3 В, можно использовать совместно и с другими устройствами. Для этого на контакт 4 разъёма XS1 выведено напряжение 5 В, а мощность транзистора VT1 выбрана с запасом. Напряжение питания устройства можно увеличить до 12...15 В, пропорционально увеличив сопротивление резистора R2 и применив звукоизлучатель HA1 с нужным напряжением питания (напряжение стабилизации стабилитрона VD3 должно быть выше напряжения питания). Для сохранения неизменной длительности звукового сигнала при увеличении напряжения питания необходимо увеличить ёмкость конденсатора C3 или сопротивление резистора R3, так как при неизменных номиналах этих элементов и увеличении питающего напряжения длительность подачи звукового сигнала уменьшается.

В устройстве можно применить любые подходящие по габаритам резисторы, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные,

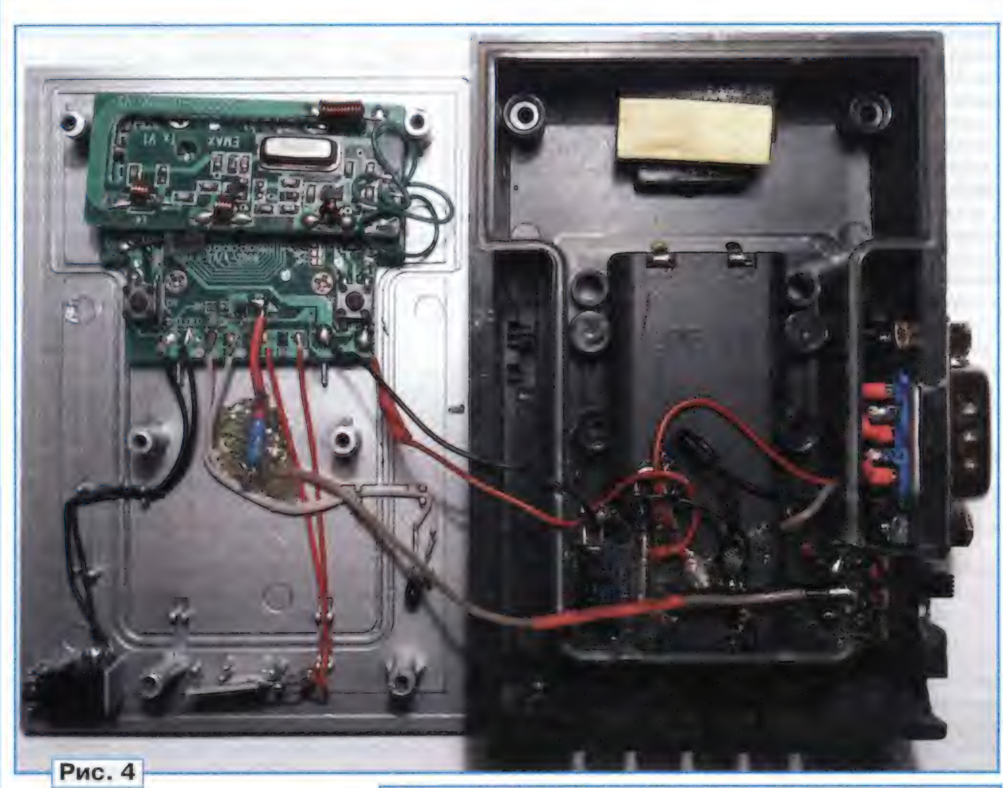


Рис. 4



Рис. 5

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

желательно с минимальным током утечки. На месте VD1 можно использовать любой маломощный диод Шоттки, остальные диоды — маломощные выпрямительные или импульсные, например, серий КД521 или КД522. Стабилитрон — любой маломощный с напряжением стабилизации, превышающим напряжение питания устройства. На месте VT1 можно использовать транзисторы КТ815 или КТ817 с любым буквенным индексом или другие, менее мощные транзисторы структуры n-p-n. Транзисторы 2N7000 можно заменить отечественными КП504 или КП505, светодиоды — любые подходящие с прямым напряжением около 2 В (вместо двух светодиодов можно применить стабилитрон с напряжением стабилизации 3,9 В). Звуковой излучатель — со встроенным генератором любого типа с напряжением питания 5 В или более. Автор применил звуковой излучатель, имеющий маркировку HXD и номинальное напряжение 12 В, при этом громкость звука при питании напряжением 5 В и 12 В отличается незначительно. Выключатель SA1 и разъёмы — любые подходящие по габаритам.

Дополнительные детали установлены в корпусе выносного датчика навесным монтажом и закреплены клеем "Момент" (**рис. 4**). Для разъёма и выключателя в боковой стенке корпуса датчика сделаны отверстия. Детали звукового сигнализатора и источника питания 3,3 В смонтированы в корпусе розетки DB-9F с применением объёмного монтажа. Центральное отверстие в задней части корпуса увеличено, и в нём установлен звуковой излучатель HA1, а для соединительного кабеля и светодиодов сделаны дополнительные отверстия. После проверки работоспособности устройства детали зафиксированы большим количеством клея "Момент". Внешний вид выносного датчика с подключённым звуковым сигнализатором приведён на **рис. 5**.

В авторском варианте кабель, идущий от импульсного источника питания A4 (см. рис. 3) к звуковому сигнализатору, припаян к его элементам, но можно использовать кабель с разъёмом USB-A на конце, что позволит подключать сигнализатор к различным зарядным устройствам или к разъёму USB персонального компьютера.

Собранное правильно и из исправных деталей устройство начинает работать сразу. Налаживание звукового сигнализатора заключается в подборе конденсатора C3 и (или) резистора R3 для получения необходимой длительности звучания звукового сигнала. Для налаживания стабилизатора напряжения к его выходу подключают эквивалент нагрузки (резистор сопротивлением 200 Ом) и измеряют напряжение на нём. Если оно будет меньше 3,3 В, то последовательно со светодиодами следует включить дополнительный диод, кремниевый или Шоттки, в зависимости от того, насколько необходимо увеличить напряжение, если же напряжение на выходе больше — подобрать светодиоды с меньшим прямым напряжением.

Как уже было сказано выше, звуковой сигнализатор с источником питания можно использовать не только с выносным датчиком метеостанции, но и с другими устройствами, питающимися напряжением 3,3 или 5 В и нуждающимися во внешнем звуковом сигнализаторе. Например, устройство можно подключить к электронным часам, и с его помощью можно не только обеспечить внешнее питание, но и увеличить длительность подаваемых каждый час звуковых сигналов, что иногда может быть весьма полезно. А используя свойство сигнализатора включаться при подаче напряжения питания, его можно применить для оповещения о включении какого-либо устройства. ■

Термостат для подсобного хозяйства

К. МОРОЗ, г. Белебей, Башкортостан

Этой конструкции уже много лет. Первоначально она разрабатывалась для использования в качестве обогревателя термобоксов видеокамер, но со временем сфера её применения значительно расширилась, и теперь в моём подсобном хозяйстве используется несколько десятков таких устройств. Применяю такие термостаты везде, где требуется стабильная температура, превышающая температуру окружающей среды.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Оно содержит параметрические стабилизаторы напряжения R1HL1 и R3HL2 и стабилизатор тока на транзисторе VT2. Светодиоды одновременно выполняют функцию индикаторов режимов работы устройства. При подключении термостата к источнику питания 24 В, в качестве которого используется разделительный трансформатор с мостовым выпрямителем и сглаживающим конденсатором, загораются светодиоды HL1 и HL2. Через транзистор VT2, служащий основным нагревателем термостата, протекает ток около 1 А, который задают параллельно включёнными резисторами R4 и R5. При этом на транзисторе VT2 выделяется мощность примерно 22 Вт. Этот транзистор закреплён на теплоотводе, с которым имеет тепловой контакт терморезистор RK1. По мере роста температуры теплоотвода сопротивление терморезистора снижается, при этом возрастает напряжение на базе транзистора VT1, который начинает открываться, шунтируя светодиод HL2. При достижении рабочей температуры транзистор VT1 открывается настолько, что светодиод HL2 гаснет, а ток через транзистор VT2 существенно уменьшается и нагрев теплоотвода уменьшается. По мере его остывания сопротивление терморезистора растёт, транзистор VT1 начинает закрываться, светодиод HL2 станет светить, а транзистор VT2 открывается и температура теплоотвода увеличивается. Далее цикл повторяется до тех пор, пока устройство не войдёт в устойчивое состояние, и размах колебаний температуры уменьшается. Максимальную мощность устройство потребляет при холодном теплоотводе, а вблизи номинальной температуры потребляемая мощность минимальна. Если применить транзистор VT1 с коэффициентом передачи тока базы свыше 200, получается точность поддержания температуры не хуже 0,1 °С.

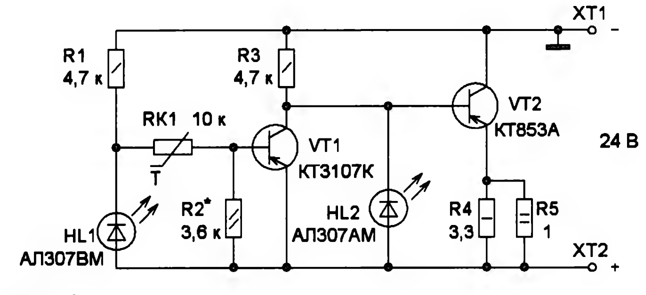


Рис. 1

Основой конструкции служит теплоотвод — медная пластина толщиной 3 мм и размерами от 50×50 мм до 50×100 мм. В центре теплоотвода винтом М3×10 с потайной головкой с применением теплопроводящей пасты закреплён транзистор VT2. Благодаря простоте схемы оказалось возможным применить навесной монтаж. Для исключения замыканий на теплоотвод на колпачки выводов терморезистора RK1 и резистора R5 надеты отрезки изоляционных трубок. В качестве резистора R5 желательно использовать резисторы МЛТ-2 или МОН-2, поскольку у них достаточно жёсткие выводы. Один вывод резистора припаивают к эмиттеру транзистора VT2, а второй используется в качестве плюсовой шины — к нему припаивают выводы деталей. В качестве клеммы XT2 применён винт М3×20 с хорошо облуженной головкой.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Вывод резистора R5 заводят в шлиц винта и пропаивают. Выводы терморезистора RK1 сгибают так, чтобы обеспечить плотное прилегание терморезистора к теплоотводу, после чего под него наносят теплопроводящую пасту КПТ-8 или аналогичную.

Налаживание термостата проводят следующим образом. Смонтированное устройство вместе с термометром помещают в коробку с теплоизоляционными стенками. Например, можно использовать подходящую по размерам картонную коробку, обклеив её изнутри пенопластом. В крышке сделано прозрачное окно. Вместо резистора R3 временно устанавливают подстроечный резистор сопротивлением 10 кОм и на проводах выносят за пределы коробки. Изменяя сопротивление этого резистора, устанавливают требуемую температуру внутри коробки. Добившись этого, измеряют сопротивление введённой части подстроечного резистора и взамен него устанавливают постоянный резистор соответствующего номинала.

Большой точности в установке температуры обычно не требуется, достаточно настроить термостат на середину необходимого интервала температуры. Например, на дне каждого улья у меня находится пластина из кровельного железа размерами 300×300 мм. В её середине закреплены два термостата. Один зимний — на температуру 0...4 °С, он позволил проводить успешную зимовку, не занося улья в помещение. Второй термостат — летний, на температуру 25...31 °С, он позволил снизить потребление корма на обогрев расплода. В результате продуктивность пасеки возросла на 30 %. Такие же пластины с термостатами на температуру 35...40 °С, обёрнутые двумя слоями мешковины и помещённые на дно маточных отделений крольчатника, позволили производить окролы в зимние месяцы. Закрепив на пластине большего размера два термостата на температуру 35...40 °С и два на температуру 30...35 °С, получил тёплый пол для полусотни цыплят. Первую неделю подключены все четыре термостата, в последующем два самых "горячих" термостата отключаю. Термостаты на температуру 40... 45 °С использую в сушилке для грибов и фруктов. Термостаты с температурой 15...18 °С (ночной режим) и 20...26 °С (дневной режим) применяю в рассадных ящиках и т. д. — всего свыше 20 вариантов применения.

Для защиты элементов термостата от механических повреждений они залиты эпоксидной смолой. Форма для заливки изготовлена из полоски шириной 15...20 мм, вырезанной из алюминиевой банки из-под напитков. Согнутую в кольцо полоску устанавливаю на теплоотвод и сгибаю её так, чтобы минимальное расстояние между формой и деталями не превышало 2 мм. Это обеспечит экономию эпоксидной смолы. Определившись с длиной полоски, скрепляю её концы канцелярским степлером. Крепление формы на теплоотводе и герметизацию стыка выполняю автомобильным герметиком, он достаточно надёжно удерживает форму на теплоотводе и легко удаляется. Через сутки, после отверждения герметика, форму заливаю эпоксидной смолой, при этом клемма XT2 (винт М3) должна выступать над поверхностью смолы. Ещё через сутки, после её полимеризации, форму удаляю. Внешний вид устройства показан на **рис. 2**.



Рис. 2

Подключив устройство к источнику питания, помещаю его вместе с термометром в теплоизоляционную коробку. Через полчаса снимаю показания термометра. Полученное значение температуры наношу на теплоотвод. Делать это удобно латинскими цифрами с помощью небольшого зубила.

Резисторы R1—R3 — МЛТ, С2-33, терморезистор — ММТ-1, его номинальное сопротивление может быть от 4,7 до 20 кОм. Светодиод HL1 желательно зелёного свечения, а HL2 — красного. При применении светодиодов с повышенной яркостью сопротивления резисторов R1 и R3 желательно увеличить до 10 кОм. Транзистор VT1 — любой кремниевый среднечастотный маломощный структуры p-n-p с допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 30 В, а для удобства монтажа — в корпусе КТ-26 (ТО-92). При замене транзистора КТ853А следует ориентироваться на следующее: транзистор должен быть составным структуры p-n-p в корпусе ТО-220; максимальная рассеиваемая мощность — не менее 30 Вт, предельный ток коллектора — не менее 2 А, напряжение коллектор—эмиттер — не менее 50 В. В крайнем случае его можно составить из двух транзисторов по схеме Дарлингтона: мощный транзистор КТ837 с любым буквенным индексом и маломощный транзистор с напряжением коллектор—эмиттер не менее 50 В в корпусе КТ-26 (ТО-92). Клемма XT1 — монтажный лепесток, подложенный под гайку винта, крепящего термостат к металлической пластине. Для улучшения теплопередачи смазываю теплоотвод при его монтаже на лист металла техническим вазелином. Пчёлы отрицательно относятся к запаху нефтепродуктов, поэтому в обогревателях для ульев применяю пасту КПТ-8.

Согласно действующим в России правилам соревнований по авиамодельному спорту [1], разработанным в соответствии с требованиями Международной федерации аэронавтики (FAI), соревнования свободнолетающих авиамоделей класса F-1 проводят на продолжительность полёта. Этот показатель существенно зависит от высоты подъёма авиамодели в воздух с места старта: чем большую высоту наберёт модель во время запуска, тем продолжительнее будет её последующий полёт.

Одна из разновидностей свободнолетающих авиамоделей — таймерные класса F-1C [2]. Они оснащены двигателем внутреннего сгорания, причём, согласно правилам [1], продолжительность его работы после старта модели не должна превышать 5 с. При работающем двигателе модель набирает высоту, а в зачёт идёт время, в течение которого она планирует после остановки двигателя размещённым на модели таймером [3].

Предлагаемый прибор предназначен для установки на авиамодель класса F-1C, оснащённую электронным таймером [4], но может быть применён на авиамоделях и других классов, а также на моделях ракет, воздушных шаров и прочих летательных аппаратов. В отличие от других подобных устройств [5, 6], выполненных на основе микроконтроллеров, описываемый высотомер собран на аналоговых и цифровых микросхемах малой и средней степени интеграции. Максимальную высоту подъёма авиамодели в воздух показывает управляемая сервоприводом стрелка, установленная на модели. По сравнению с [5, 6], это упрощает и снижает стоимость эксплуатации высотомера. Для работы с ним не требуются компьютер и программное обеспечение.

Основные технические характеристики

Максимальная регистрируемая высота, м 200
Погрешность измерения высоты, м, не хуже ....±5
Номинальное напряжение питания, В 12,6
Потребляемый ток при неподвижном рычаге сервопривода, мА, не более 60

Принцип действия прибора основан на фиксации изменения атмосферного давления с высотой. В **таблице** приведены его значения на различной высоте над уровнем моря согласно Международной стандартной атмосфере [7]. Измеряя разность атмосферного давления в месте старта авиамодели и на высоте её полёта, можно определить высоту подъёма модели в воздух относительно места старта [6, 8—12].

Функциональная схема высотомера приведена на **рис. 1**. В исходном состоянии на вход ограничителя длительности разрешающего измерение импульса D1 поступает напряжение низкого логического уровня с соответству-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Высотомер для таймерной авиамодели

О. ИЛЬИН, г. Казань

При контрольных запусках таймерной авиамодели полезно иметь на её борту прибор, позволяющий измерять высоту полёта, достигнутую в момент принудительной остановки её двигателя, а также максимальную высоту, набранную моделью в течение всего полёта. Считывая после приземления модели показания этого прибора, можно объективно оценить влияние регулировок и изменений, вносимых в конструкцию модели при её совершенствовании.

ющего выхода, имеющегося на авиамодели таймера остановки двигателя. При этом уровень напряжения на выходе ограничителя D1 тоже низкий. Через переключатель SA1, установленный в верхнее по схеме положение, соответствующее режиму измерения высоты подъёма в момент принудительной остановки двигателя, этот уровень поступает на управляющий вход электронного коммутатора D2. Последний подключает регулируемый источник тока G2 к управляющему входу генератора прямоугольных импульсов D3. Длительность вырабатываемых им прямоугольных импульсов зависит от этого тока, а паузы между ними фиксированы.

С выхода генератора D3 импульсы приходят на узел B2, преобразующий их длительность $t_и$ в угол поворота стрелки прибора α. Механическая связь рычага преобразователя B2 со стрелкой действует только в одном направлении, поворачивая стрелку по часовой стрелке, что соответствует увеличению высоты полёта. При движении рычага в обратном направлении стрелка остаётся неподвижной в достигнутом положении, показывая максимальную достигнутую высоту полёта.

Перед стартом модели рычаг преобразователя B2 находится в исходном (нулевом) положении, а стрелку вручную поворачивают против часовой стрелки до соприкосновения с ним (**рис. 2**). Этому положению соответствует нулевая отметка шкалы высоты.

Выходной сигнал датчика B1 — пропорциональное измеренному атмосферному давлению напряжение — поступает на инвертирующий вход УПТ А1. Для компенсации его постоянной составляющей, пропорциональной атмосферному давлению в месте старта (на нулевой высоте), на неинвертирующий вход УПТ А1 подано смещение с выхода регулируемого источника напряжения G1. Перед стартом, изменяя это напряжение, устанавливают начальное значение выходного напряжения УПТ, от которого будет отсчитываться приращение результата измерения атмосферного давления. В этом состоянии токи, генерируемые их источниками G2 и G3, должны быть равны.

После старта напряжение на выходе датчика атмосферного давления B1 по мере подъёма авиамодели на высоту уменьшается, а напряжение на выходе УПТ растёт. В заданный момент времени таймер подаёт команду на остановку двигателя и измерение высоты. Для высотомера такой командой служит поданный на вход ограничителя длительности импульса D1 нарастающий перепад напряжения.

Под воздействием этого перепада на выходе формирователя появляется импульс высокого логического уровня. Через замкнутые контакты переключателя SA1 он поступает на управляющий вход коммутатора D2. Последний подключает к управляющему входу генератора D3 источник тока G3 и отключает от него источник тока G2.

Возросшее на высоте выходное напряжение УПТ А1, управляя источником тока G3, увеличивает генерируемый им ток, вследствие чего растёт и длительность импульсов генератора D3, что приводит к повороту по часовой стрелке рычага преобразователя B2, а с ним и стрелки прибора. Теперь стрелка показывает высоту полёта авиамодели в момент срабатывания таймера (**рис. 3**).

По окончании импульса на выходе ограничителя его длительности D1 и установке вследствие этого низкого

Высота, м	Давление	
	кПа	мм Hg
0	101,325	760,000
50	100,726	755,506
100	100,129	751,033
150	99,536	746,581
200	98,945	742,152
250	98,358	737,743
300	97,777	733,356
350	97,191	728,990
400	96,611	724,645
450	96,035	720,321
500	95,461	716,019

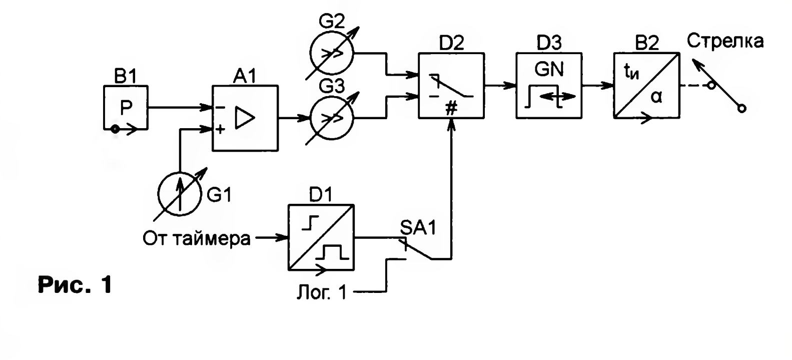


Рис. 1

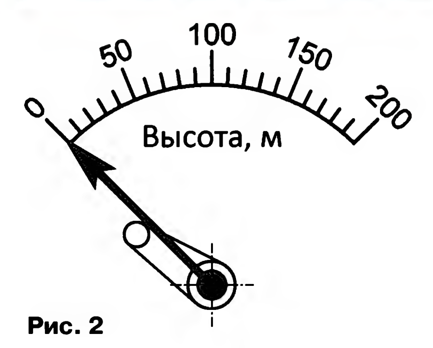


Рис. 2

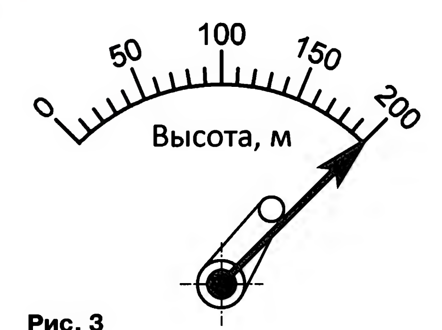


Рис. 3

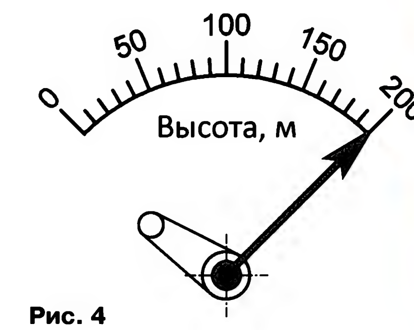


Рис. 4

уровня на управляющем входе коммутатора D2 к генератору импульсов D3 вновь подключается источник тока G2, а источник тока G3 отключается. В результате длительность импульсов, вырабатываемых генератором D3, и угловое положение рычага преобразователя B2 возвращаются к первоначальным. Но стрелка прибора остаётся в достигнутом ранее положении (**рис. 4**).

Установив перед запуском авиамодели переключатель SA1 в нижнее по схеме положение, высотомер переводят в режим измерения максимальной высоты, достигнутой авиамоделью в течение всего полёта. В этом режиме на управляющий вход коммутатора D2 непрерывно поступает напряжение высокого логического уровня, в результате чего генератором D3 управляет лишь источник тока G3. Рычаг преобразователя B2 постоянно перемещается, отслеживая все изменения высоты полёта. Но стрелка следует за ним только при увеличении высоты относительно ранее достигнутой.

Его коэффициент усиления по напряжению задан отношением сопротивлений резисторов R9 и R4. Конденсатор C7 устраняет высокочастотные шумы и наводки на выходе УПТ, ограничивая сверху до 100 Гц его полосу пропускания. Эмиттерный повторитель на транзисторе VT1 уменьшает выходное напряжение ОУ DA2.2 на величину падения напряжения на p-n переходе база—эмиттер транзистора VT1. Это необходимо для правильной работы управляемого источника тока (G3 на рис. 1), состоящего из резисторов R14—R16 и полевого транзистора VT2. Кроме того, эмиттерный повторитель уменьшает токовую нагрузку на выход ОУ DA2.2.

Делитель напряжения, включающий в себя резисторы R3, R5 (подстроечный) и R8, а также фильтрующий конденсатор C5, образует регулируемый источник напряжения смещения (G1 на рис. 1). Это напряжение поступает на неинвертирующий вход ОУ DA2.2. Его необходимое значение устанавливают подстроечным резистором R5.

пульса — 1,5...2 с. Резистор R1 устраняет неопределённое состояние входа ограничителя длительности в отсутствие подключённого к нему таймера.

Резисторы R12, R14 (подстроечный), R15, R16 и полевой транзистор VT2 образуют регулируемый напряжением на затворе транзистора VT2 источник тока G3, а резисторы R17 (подстроечный) и R18 — источник тока G2. Оба источника можно регулировать входящими в их состав подстроечными резисторами. Инверсное включение полевого транзистора VT2 обеспечивает смещение его затвора в обратном направлении в рабочем интервале управляющего напряжения. Резистор R12 — токоограничивающий.

На интегральном таймере DA3, диодах VD1 и VD2, резисторе R13 и конденсаторах C8, C9 собран генератор импульсов, управляемых по длительности (D3 на рис. 1). Она зависит от тока зарядки конденсатора C8, задаваемого на разных стадиях работы прибора источниками G2 и G3 (см. рис. 1). Паузу

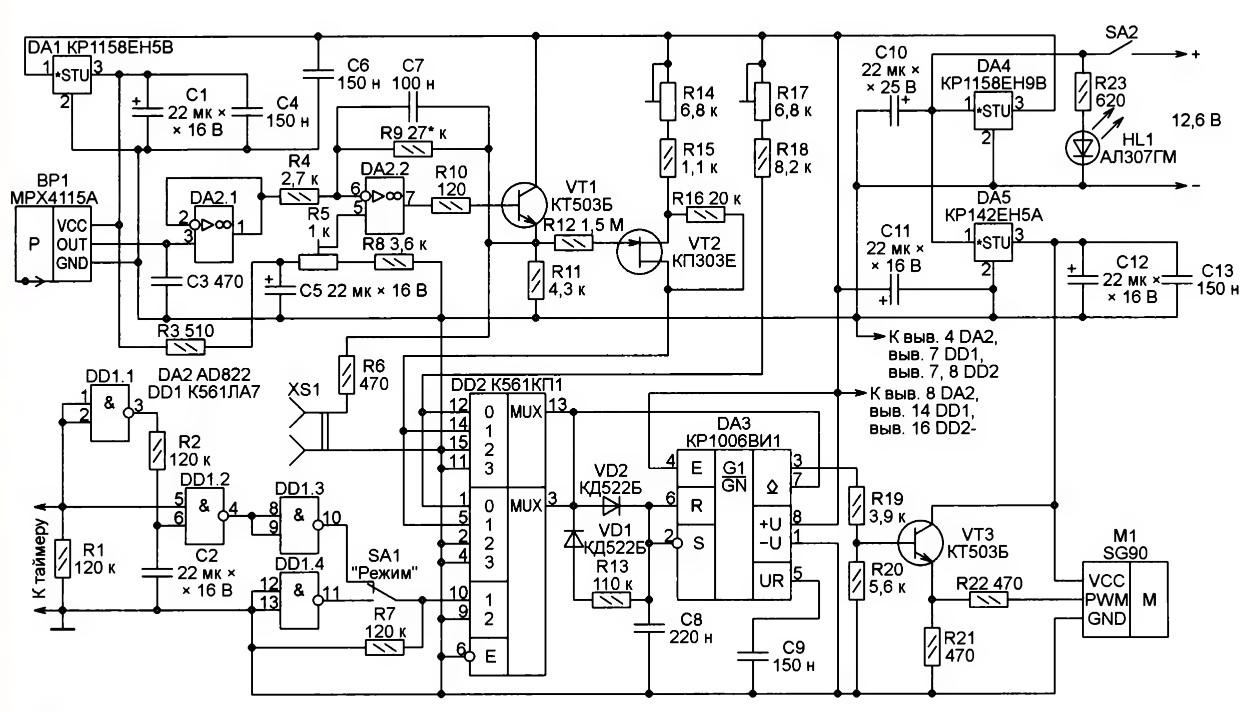


Рис. 5

Принципиальная схема высотомера изображена на **рис. 5**. Датчик абсолютного атмосферного давления BP1 (B1 на рис. 1) — MPX4115A [13], включённый по типовой схеме. Конденсатор C3 — фильтрующий. Интегральный стабилизатор напряжения DA1 с конденсаторами C1, C4 обеспечивает питание датчика BP1 напряжением +5 В.

На сдвоенном ОУ DA2, резисторах R4, R9—R11, конденсаторе C7 и транзисторе VT1 собран УПТ (A1 на рис. 1). Он состоит из ОУ DA2.1 — буферного повторителя напряжения датчика и инвертирующего усилителя на ОУ DA2.2.

Разъём XS1 предназначен для контроля выходного напряжения УПТ при настройке и калибровке прибора. Рабочий интервал изменения выходного напряжения УПТ — от 1 до 2 В. Резистор R6 ограничивает ток при случайном замыкании контактов разъёма.

На логических элементах DD1.1—DD1.3, резисторах R1, R2 и конденсаторе C2 собран ограничитель длительности запускающего импульса (D1 на рис. 1). Его времязадающие элементы — резистор R2 и конденсатор C2. Длительность формируемого ограничителем прямоугольного им-

между импульсами определяет постоянная времени разрядки конденсатора C8 через резистор R13. Диоды VD1 и VD2 разделяют токи зарядки и разрядки конденсатора C8. Конденсатор C9 — фильтрующий. Период повторения импульсов, формируемых этим генератором, — около 20 мс, интервал изменения их длительности — от 0,75 до 2 мс.

На сдвоенном четырёхканальном мультиплексоре DD2, управляемом двухразрядным кодом, поступающим на его входы 1 и 2 (выводы 10 и 9), выполнен коммутатор (D2 на рис. 1). Вклю-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

чённый инвертором логический элемент DD1.4 использован для формирования напряжения высокого логического уровня, подаваемого в соответствующей стадии работы высотомера на управляющий вход 1 мультиплексора DD2. Резистор R7 устраняет неопределённое состояние входа 1 мультиплексора DD2 в моменты изменения состояния переключателя SA1, служащего для выбора режима работы высотомера.

Делитель напряжения R19R20 уменьшает амплитуду выходных импульсов таймера DA3 до уровня, необходимого для нормальной работы преобразователя длительности импульса в угол поворота (B2 на рис. 1) — сервопривода M1. Эмиттерный повторитель на транзисторе VT3 повышает нагрузочную способность этого делителя напряжения. Резистор R22 — токоограничивающий. Амплитуда импульсов на входе PWM сервопривода M1 должна быть не менее 3,8 В.

Прибор питается от малогабаритной Li-Po аккумуляторной батареи напряжением 12,6 В. SA2 — выключатель питания. Светодиод HL1 с ограничивающим ток резистором R23 — индикатор включённого состояния высотомера. Интегральный стабилизатор DA4 обеспечивает напряжением +9 В источники тока G2 и G3, сдвоенный ОУ DA2, интегральный таймер DA3, микросхемы DD1 и DD2. Эмиттерный повторитель на транзисторе VT3 и сервопривод M1 питаются стабилизированным напряжением +5 В с выхода интегрального стабилизатора напряжения DA5. Конденсаторы C6, C10—C13 — фильтрующие.

Монтаж высотомера выполнен навесным способом на макетной плате. В нём применены импортные оксидные и керамические конденсаторы, вместо них можно использовать отечественные К50-35 и К10-17-1а соответственно. Конденсатор C8 — плёночный К73-17, его можно заменить конденсатором К73-9 или К73-24. Постоянные резисторы — С2-33, их возможная замена — С2-23, МЛТ, ОМЛТ. Подстроечные резисторы — многооборотные импортные, вместо них можно применить отечественные РП1-48 или СП3-39.

Диоды КД522Б можно заменить диодами этой же серии или серий КД503, КД521. Вместо светодиода АЛ307ГМ пригоден любой другой, подходящий по цвету и яркости свечения. Транзисторы КТ503Б допустимо заменить транзисторами этой же серии или подобными других серий.

Микросхемы серии К561 могут быть заменены их функциональными аналогами из серии 564 или импортными, а микросхема КР1006ВИ1 — импортной серии 555. ОУ AD822 [14] можно заменить на AD823. Микросхему КР142ЕН5В заменят импортные интегральные стабилизаторы серии 7805, а КР1158ЕН5В, КР1158ЕН9В — аналогичные микросхемы серии КФ1158 или импортные с номинальным выходным напряжением +5 В и +9 В соответственно.

Вместо сервопривода SG90 пригоден и другой, предназначенный для установки на авиа- и автомодели. Переключатель SA1, выключатель SA2 и разъём XS1 — любые малогабаритные, подходящие по конструкции и электрическим характеристикам.

Налаживание высотомера начните с регулировки подстроечным резистором R5 напряжения на выходе УПТ (между контактами разъёма XS1). Когда модель находится на старте или на эквивалентном ему по высоте над уровнем моря месте, оно должно быть равно 1 В.

Добившись этого, установите переключатель SA1 в верхнее по схеме положение и, проконтролировав наличие напряжения низкого логического уровня на входах 1 и 2 мультиплексора DD2, установите подстроечным резистором R17 длительность импульсов на выходе таймера DA3 равной 2 мс. Затем переключатель SA1 переведите в нижнее по схеме положение и, проверив наличие напряжения высокого логического уровня на входе 1 и напряжения низкого логического уровня на входе 2 мультиплексора DD2, установите подстроечным резистором R14 длительность импульсов таймера DA3 также равной 2 мс. В обоих положениях переключателя SA1 рычаг сервопривода M1 должен занимать одно и то же начальное угловое положение, соответствующее нулевой высоте.

Поместив датчик BP1 в камеру пониженного давления, проверьте функционирование высотомера при изменении атмосферного давления. Понижение давления в камере на 17,85 мм Hg от значения, соответствующего нулевой высоте, равносильно подъёму модели с места старта на высоту 200 метров [7]. Напряжение на выходе УПТ при этом должно увеличиться с 1 В до 2 В, а длительность импульсов таймера DA3 при переключателе SA1 в нижнем по схеме положении должна уменьшиться с 2 мс до 0,75 мс. Рычаг сервопривода M1 и стрелка прибора должны занять положение, показанное на рис. 3. С повышением давления в камере рычаг сервопривода M1 должен отойти от стрелки, оставшейся в перемещённом положении.

При давлении в камере, соответствующем нулевой высоте, установите переключатель SA1 в верхнее по схеме положение и подведите стрелку вручную к рычагу сервопривода, находящемуся в начальном угловом положении. Уменьшите давление в камере на 10...15 мм Hg, после чего подайте на вход прибора, служащий для подключения таймера, напряжение, соответствующее высокому логическому уровню. Наблюдайте перемещение рычага сервопривода и стрелки в положение, соответствующее пониженному давлению, последующий возврат рычага сервопривода в начальное угловое положение и фиксацию стрелки в перемещённом положении.

Шкалу высотомера проградуируйте согласно данным, ранее приведённым в таблице. При отсутствии камеры пониженного давления проверку функционирования прибора и градуировку его шкалы можно произвести по естественным погодным изменениям атмосферного давления, контролируя их барометром или поднимая прибор на известную высоту по склону горы.

При необходимости нужное значение коэффициента преобразования изменений атмосферного давления в изменения высоты установите подборкой сопротивления резистора R9.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила вида спорта "Авиамодельный спорт". — URL: **https://www.minsport.gov.ru/2018/PravilaAviamodSport01022018.doc** (10.01.2020).

2. **Каюнов Н. Т., Назаров А. Ш., Наумов Н. С.** Авиамодели чемпионов. — М.: ДОСААФ, 1978, с. 51—66.

3. 2013 World Championships for Free Flight, F1C. — URL: **https://www.youtube.com/watch?v=W0D7wru24gY** (10.01.2020).

4. **Ильин О.** Авиамодельный таймер. — Радио, 2018, № 5 , с. 39—41.

5. Высотомер Hobbyking. — URL: **http://www.parkflyer.ru/ru/product/407850/** (10.01.2020).

6. **Пахомов А.** Барограф для модели ракеты. — Радио, 2017, № 1, с. 52—54.

7. ГОСТ 4401-81. Атмосфера стандартная. Параметры. — URL: **http://docs.cntd.ru/document/gost-4401-81** (10.01.2020).

8. **Детковский Н.** Прибор-судья. — Моделист-контруктор, 1966, № 6, с. 45.

9. **Подосинов В.** Формула высоты. — Моделист-конструктор, 1967, № 11, с. 44.

10. **Эльштеин П.** Конструктору моделей ракет. — М.: Мир, 1978.

11. **Алхимов Д.** Барометрический высотомер. — Радио, 2009, № 10, с. 32—34.

12. **Распопов В. Я.** Микросистемная авионика: учебное пособие. — Тула: "Гриф и К", 2010, с. 153—157.

13. Integrated Silicon Pressure Sensor for Manifold Absolute Pressure, Altimeter or Barometer Applications On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated. MPX4115A/MPXA4115A Series. — URL: **https://www.datasheetspdf.com/pdf/595854/FreescaleSemiconductor/MPX4115A/1** (10.01.2020).

14. AD822 Single Supply, Rail-to-Rail Low Power FET-Input Op Amp. — URL: **https://www.datasheetspdf.com/pdf/1302152/AnalogDevices/AD822/1** (10.01.2020).

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

ГЛИБИН С. Измеритель ЭПС с синусоидальным сигналом тестирования. — Радио, 2019, № 9, с. 13—16.

<u>На вопросы читателя отвечает автор</u>

При замкнутых накоротко гнёздах XS1, XS2 "Cx" на выходе измерителя имеется небольшое положительное напряжение около 1 мВ, соответствующее измеряемому ЭПС 0,1 Ом. Можно ли это напряжение уменьшить до нуля?

Да, можно. Для установки нулевых показаний мультиметра при замкнутых гнёздах "Cx" необходимо подобрать дополнительный резистор сопротивлением 27...30 МОм. Один вывод резистора соединяют с линией питания –2,9 В (вывод 5 микросхемы DA2), другой — с печатной дорожкой, идущей с выхода XP2 "VΩmA" приставки к резистору R11. Дополнительный выводной резистор монтируют со стороны печатных проводников. Можно доработать печатную плату под установку поверхностно монтируемых резисторов типоразмерами 0805 или 0603, например, цепи из трёх, соединённых последовательно. Сопротивление каждого резистора должно быть в пределах 9...10 МОм, и их подборкой добиваются нулевых показаний.

*От редакции. Файлы доработанной печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF размещены по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/03/esr_new.zip** на нашем сервере.*

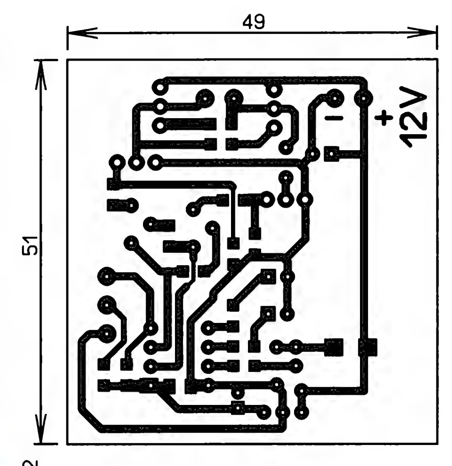
ГЕТТЕ А. Регулятор давления теплоносителя в системе отопления. — Радио, 2017, № 8, с. 29, 30.

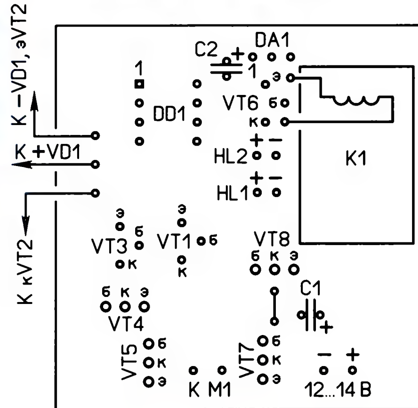
Печатная плата

Чертежи печатной платы регулятора давления и расположения элементов, кроме излучающего ИК-диода VD1, фототранзистора VT2 и электродвигателя M1, приведены на **рис. 1.** Они разработаны нашим читателем **Ф. Ахматовым** (Украина).

Диод VD2, керамический конденсатор C3 и все резисторы — поверхностно монтируемые. Диод VD2 — LL4148 в корпусном исполнении SOD80, а конденсатор C3 и резисторы — типоразмера 1206. Остальные элементы — выводные для монтажа в отверстия. Микроконтроллер DD1 PIC12F629-I/P — в корпусном исполнении DIP8. Светодиоды HL1 и HL2 — любые маломощные. Оксидные конденсаторы C1 и C2 — импортные аналоги К50-35.

*От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF размещены по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/03/press.zip** на нашем сервере.*





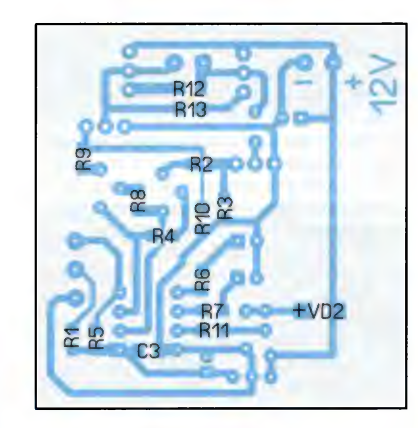


Рис. 1

УСКОВ А. Повышение надёжности электрочайника. — Радио, 2011, № 8, с. 42, 43.

О замене симистора VS2

Наш читатель **Ф. Ахматов** (Украина), установив в свой электрочайник устройство, разработанное **А. Усковым**, обнаружил ненадёжную работу симистора BTA-12-600 (VS2). Симистор был смонтирован на теплоотводе, но нагревался за одну минуту до температуры свыше 150 °C и мог выйти из строя. После замены симистора на более мощный типа BTA-41-800 его температура уменьшилась до указанных в статье 50...60 °C. Размеры теплоотвода — 20×50 мм. Он размещён, как у автора статьи, в ручке чайника. Доработанные таким образом три чайника исправно служат уже более трёх лет.

ТИМОФЕЕВ В. Малогабаритный ламповый усилитель. — Радио, 2020, № 2, с. 14—18.

О рис. 4

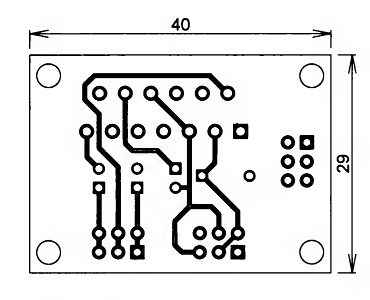
На рис. 4 в статье по техническим причинам не пропечаталась левая часть рисунка, на которой показаны адресные стрелки с надписью "К U_{H1}".

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

БАШИРОВ А., БАШИРОВ С. Современный музыкальный центр. — Радио, 2019, № 11, с. 15—19.

Ошибки на схеме (рис. 9) и плате (рис. 10)

На схеме (рис. 9 в статье) вывод 11 микросхемы DA1 (TDA1557Q) должен быть соединён с линией +12 В, т. е. с её выводами 3 и 10. При показанном на схеме подключении микросхема будет находиться в режиме Standby.



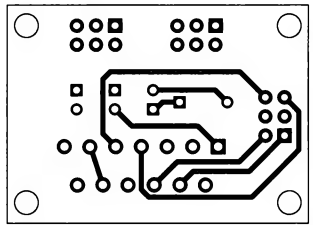


Рис. 2

*Соответственно, на плате (рис. 10 в статье) также необходимо изменить подключение вывода 11 микросхемы DA1. Скорректированный чертёж печатной платы усилителя на микросхеме TDA1557Q (TDA8560Q) показан на **рис. 2**.*

*От редакции. Чертёж печатной платы в формате TIFF размещён по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/03/mc.zip** на нашем сервере.*

РАДИО

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

о связи

E-mail: mail@radio.ru

С праздником Весны!

Знаменитая Анна Глотова (UV0BB)

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Эта статья подготовлена по материалам некоторых изданий и публикаций в журнале "Радио" разных лет, а также дополнений, полученных от коротковолновиков Красноярска.

Анна Андреевна Глотова родилась в 1926 г. Начала заниматься радиоспортом ("Приём и передача радиограмм" — ППР, ныне — "Спор-



Анна Андреевна Глотова, 1979 г.

тивная радиотелеграфия", СРТ/HST) в конце 40-х годов в Красноярском радиоклубе.

Её первый успех пришёл в 1952 г. во время первого тура 5-го Всесоюзного конкурса на лучшего радиста-оператора ДОСААФ, в котором победителем стала команда Красноярского радиоклуба [1, 2]. В первом туре (как личного, так и командного первенства) проводи-

А. Глотова среди участников соревнований (справа — киевлянин Н. Тартаковский), 1952 г.

лась передача контрольных текстов (для команд со скоростью 100, 125, 150 и 200 знаков/мин, а для "личников" — 150, 200 и 250 знаков/мин) с помощью радиостанций (как вещательных, так и UA3KAB/UA3KAF). Затем 23 сильнейших "скоростника" съехались в Москву для финальных соревнований.

1956 год становится вторым годом её крупного успеха (такие данные, по крайней мере, сохранила история) — Анна Глотова становится чемпионом ДОСААФ по ППР (среди женщин-"ручников") [2].

Она награждается жетоном "Чемпион ДОСААФ" и ей присваивается звание "Мастер радиолюбительского спорта ДОСААФ".

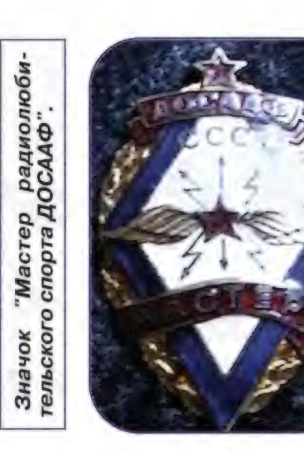
<u>Примечание</u>. В 1952 г. ЦК ДОСААФ СССР были введены разрядные нормы и требования "Единой спортивно-технической классификации



Чемпионы ДОСААФ — Н. Тартаковский и А. Глотова, 1956 г.

радиоспортсменов ДОСААФ СССР" — ЕСТКР (от третьего разряда до "Мастера радиолюбительского спорта ДОСААФ СССР" — МРС ДОСААФ).

Жетон "Чемпион ДОСААФ".



Значок "Мастер радиолюбительского спорта ДОСААФ".

В 1958 г. Анна Андреевна получает позывной UA0AN [3, с. 183].

В начале 60-х годов с мужем-военнослужащим А. А. Глотова переезжает в Новосибирск. Там она поступает на работу — сначала инструктором, а позже — начальником областного радиоклуба и получает позывной UA9PO.

Анна Андреевна Глотова, UA9PO.

А. А. Глотова среди своих юных воспитанников, 1976 г.

Всё это время Анна Андреевна продолжает выступать за сборную команду РСФСР на чемпионатах страны по ППР, и ей присваивают звание мастера спорта СССР.

__Примечание__. — Соревнования по радиоспорту получили статус чемпионатов СССР с 1961 г., когда радиоспорт был включён в "Единую Всесоюзную спортивную классификацию" (ЕВСК) и стали присваиваться звания мастера спорта СССР (это звание было введено в 1949 г. и присвоено более 200 тысячам спортсменов).

— В 60—70-х годах А. А. Глотова становится десятикратным чемпионом страны в соревнованиях по ППР.

В 1968 г. Анна Андреевна с семьёй возвращается в Красноярск и в краевом радиоклубе работает инструктором-преподавателем по обучению радиотелеграфистов. Получив позывной UV0BB [4, с. 368], в начале 70-х годов А. А. Глотова переходит на работу тренером в открывшуюся ДЮСТШ по радиоспорту, в которой работала до второй половины 80-х годов. Она много времени уделяла подготовке юных радиоспортсменов [5]. В те годы Анна Андреевна была награждена значком "Почётный радист".

__Примечание__. ДЮСТШ при ДОСААФ открывались во второй половине 60-х — первой половине 70-х годов.

Работая на КВ, UV0BB становится неоднократным победителем и призёром чемпионатов СССР (среди женщин). А выполнив в течение пяти лет норматив мастера спорта СССР, была награждена "Почётным знаком "Мастер спорта СССР".

__Примечание__. "Почётный знак "Мастер спорта СССР" был учреждён в 1959 г. и просуществовал до 1986 г. Этим знаком награждались за подтверждение норматива мастера спорта СССР в течение пяти лет подряд. К знаку специального удостоверения не выдавали, а делали отметку в удостоверении на значок мастера спорта СССР о присвоении этого звания (с указанием номера). Таких знаков было выдано около 10 тысяч.

В 1979 г. Анна Андреевна принимает активное участие в подготовке команды экспедиции U0Y и становится одним из её операторов [6].

В конце 80-х годов А. А. Глотова переходит работать радиооператором-телеграфистом в Управление радиосвязи ПГО "Енисейнефтегазгеология", в котором проработала, практически, до своей смерти в 1992 г.

Анна Андреевна была членом популярного клуба "скоростников" — U-QRQ-C (#13).

А. А. Глотова всю свою жизнь была неустанным пропагандистом радиоспорта и радиолюбительства и по праву являлась "радиомамой" многих красноярских молодых радиоспортсменов и коротковолновиков.

Вспоминаю, как "радиомама" нескольких поколений львовских коротковолновиков Мариам Григорьевна Бассина (U5BB) [7] тепло отзывалась об Анне Андреевне, называя её "наша Анечка" (после проведения очередного QSO с UV0BB). Я уже не говорю про их многочисленные личные встречи на очных соревнованиях по ППР и как коллег по работе в своих ДЮСТШ.





Медали чемпионатов СССР разных лет.



"Почётный знак "Мастер спорта СССР".



Автор признателен Александру Брудскому (UA0AAM), Александру Ерцкину (UA0ABK) и Павлу Цветкову (RV0AR) за оказание помощи в подготовке этого материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Казанский Н.** 5-й Всесоюзный конкурс на лучшего радиста-оператора ДОСААФА. — Радио, 1952, № 6, с. 7.

2. **Члиянц Георгий (UY5XE)**. СРТ в Украине (хроника). — Львов: 2008, 52 с.

3. Центральный радиоклуб ДОСААФ СССР. Список позывных любительских коротковолновых и ультракоротковолновых радиостанций СССР. — М: ДОСААФ, 1959, 200 с.

4. Центральный радиоклуб СССР. Список позывных любительских коротковолновых и ультракоротковолновых радиостанций СССР. — М: ДОСААФ, 1973, 384 с.

5. **Алексина Н.** Почерк Анны Глотовой. — Радио, 1976, № 3, с. 11.

6. **Федоров В. (UA0ACQ)**, **Щербинин Р. (UA0AAK)**. Наши позывные — U0Y! — Радио, 1980, № 10, с. 13.

7. **Члиянц Георгий (UY5XE)**. Львовская "радиомама". — Львов: СПОЛОМ, 2011, 12 с.

"Неизвестный" радист с "Челюскина"

Михаил КАВЕРИН (RW3FS), г. Реутов Московской обл.

"Неизвестный" — для радиолюбителей-коротковолновиков, у которых "Челюскин" ассоциируется только с Эрнстом Теодоровичем Кренкелем и позывным RAEM. Позывной "Челюскин" был присвоен Э. Т. Кренкелю из пропагандистских целей того времени по ходатайству Центрального бюро секции коротких волн Радиокомитета при ЦК ВЛКСМ [1]. К моему огорчению, проявилось и личное участие Кренкеля в этом вопросе: "...Коротковолновики Союза подарили мне превосходный передатчик. По моей просьбе, этому передатчику присвоены позывные "Челюскина" и лагеря Шмидта: RAEM" [2]. Такое присвоение, с моей точки зрения, является абсолютно противоестественным, потому что оно полностью перечеркнуло участие в Челюскинской эпопее радистов Владимира Васильевича Иванюка и Серафима Александровича Иванова. О Серафиме Иванове я рассказывал в журнале "Радио" [3]. Сейчас пойдёт рассказ о Владимире Васильевиче Иванюке.

Владимир Иванюк родился 2 января 1899 г. в Санкт-Петербурге. Его отец Василий Григорьевич был родом из Колпино, что рядом с Царским Селом. Он преподавал музыку в училище при доме призрения в память Николая и Елены Брусницыных, который построили и передали городу сыновья промышленника Николая Брусницына. Сейчас в этом здании находится ректорат и некоторые кафедры ГУМРФ им. Макарова. Василий Григорьевич в 1914 г. был удостоен звания почётного гражданина Васильевского острова.

В августе 1917 г. Владимир Иванюк был призван в 410-й пехотный Усманский полк и в боях под Тернополем получил ранение, из-за которого всю жизнь имел проблемы с локтевым суставом и запястьем правой руки. В октябре 1917 г. он был демобилизован из армии.

Новая жизнь для Иванюков начинается с "уплотнения" подаренной городом квартиры. Василий Григорьевич идёт работать тапёром в кинотеатре. Там же, в качестве электрика, начинает свою трудовую деятельность Владимир.

В 1925 г. Владимир Иванюк заканчивает радиотехническое отделение Ленинградского морского техникума и до 1928 г. работает радистом на ледоколах в торговом порту. В 1928 г. принят радистом в состав экспедиции Академии наук на Новосибирские острова под руководством Н. В. Пинегина. На Большом Ляховском острове Иванюк самостоятельно проводит монтаж коротковолновой радиостанции. Позывной — RB45 [4]. Любительский, коллективный! Вероятно, оформить любительский позывной для экспедиции было значительно проще, чем получить коммерческий. Из-за трудностей со снабжением летом 1929 г. члены экспедиции были вынуждены в декабре уходить с острова группами, по два человека, на собачьих и оленьих упряжках до Якутска! Это 1400 км по прямой.

В 1930 г. Владимир Иванюк поступает на Радиотехнический факультет Ленинградского электротехнического института. В марте 1932 г. нанимается на работу в Арктический институт, и в мае 1933 г. становится вторым радистом на пароходе "Челюскин".

В поисках информации о Владимире Иванюке на "Челюскине" перечитал книги многих авторов о Челюскинской эпопее. Если в описании плавания и момента гибели судна упоминания об В. Иванюке редко, но встречаются, то в описании жизни на льдине В. Иванюка нет. У одного автора увидел, что Владимир Васильевич дежурит на аэродроме. В книге П. К. Хмызникова и П. П. Ширшова "На Челюскине" обнаружил в главе "На аэродромах" следующий фрагмент: "...Вот двое "лошадей" — радист Иванюк и подрывник Гордеев. Навалившись плечом на лямку, они тащат тяжёлые сани, увозя их далеко за флаги. Немного нескладная пара — один высокий, длинный, другой маленький, коренастый, но они замечательно работают. Ни минуты не тратят даром. Притащили сани, опрокинули и сразу обратно. Быстро набросали в сани новые куски льда, навалили большие глыбы, и не успел я оглянуться, как они опять тащат уже доверху нагруженный тобоган". Рядом на странице есть фотография. Не берусь утверждать, что на фото Гордеев и Иванюк, но фото очень гармонично подходит к этому фрагменту.

Как получилось, что второй радист "Челюскина" был направлен в лагере О. Ю. Шмидта в бригаду по подготовке аэродрома, а его место в радиопалатке занял Серафим Иванов — радист смены полярников, не попавших на остров Врангеля?

Известно, что В. Иванюк был сторонником пешего перехода на материк. Он имел опыт такого перехода. Поэтому стокилометровый маршрут от ледового лагеря до Ванкарема не казался В. Иванюку непреодолимым. О. Ю. Шмидт был категорически против пешего маршрута и пресекал все разговоры под угрозой расстрела. П. П. Ширшов тоже приводил свои доводы против пешего хода.

Возможность пройти маршрут пешком В. Иванюку предоставилась. Из Ванкарема он в составе группы из пяти человек на собачьих упряжках дошёл до Уэллена за десять дней. Это 400 километров. Надо сказать, к чести П. П. Шир-

шова, он отказался ждать самолёт, чтобы перелететь из Ванкарема в Уэллен. И тоже прошёл этот маршрут пешком.

Однако вернёмся к радиоделам. Из всего прочитанного мной материала не складывается абсолютно ясная картина организации радиосвязи в лагере О. Ю. Шмидта. В статье Н. Стромилова [5] читаем: "В лагере Шмидта работала 200-ваттная аварийная искровая радиостанция, выброшенная вместе с питанием, аккумуляторами и машиной на лёд в момент гибели судна" (машина — это высоковольтная динамо-машина, умформер). В статье Э. Кренкеля [6]: "...Это была небольшая шкатулка, обычный рейдовый передатчик на двух лампочках УБ-107, рассчитанный на связь корабля с береговой станцией". Нестыковочка...

Сборник "Поход Челюскина", часть 2. Первая радиограмма, Кренкель: "...Пускаю передатчик. ...Зову в продолжение нескольких часов. ...Нас не слышат. Беру волномер, измеряю волну. Наша волна 300 метров, вряд ли её слушают. (Странное утверждение. Радистка Уэлена Людмила Шрадер говорила [7], что во время дрейфа "Челюскина" радиообмен вёлся на волне 350 метров). Надо удлинить антенну... Чуть начинает рассветать, поднимаю радиобригаду. Удлиняю антенну. Теперь наша волна 450 метров". Но это говорит о том, что передатчик искровой! Ведь только у искрового передатчика рабочая длина волны зависит от размеров антенны.

Вот связь всё же установлена. Но никто не пишет, на какой волне она была установлена и поддерживалась в течение двух месяцев. Не будем подвергать сомнению слова Э. Кренкеля о шкатулке с двумя малюсенькими лампочками. Однако Эрнст Теодорович всегда был сторонником больших мощностей. Кто же подсказал после многочасовых неудачных попыток, что нужно попробовать дать вызов на слабеньком, ламповом, рейдовом передатчике?

Вернёмся к статье Н. Стромилова: "Работа в ночное время на длинных волнах велась старым ледокольщиком-радистом Иванюком. На коротковолновой работе сидели я и Кренкель".

Работая на ледоколах в Ленинградском порту в 1925—1928 гг., В. Иванюк имел гораздо больше опыта в длинноволновой связи. И знал, на что способны рейдовые передатчики по дальности связи. Рабочая длина волны лампового рейдового передатчика определялась только его элементами. Размеры антенны нужно было подобрать для максимальной эффективности излучения.

Рейдовые передатчики применялись для связи между кораблями в порту, на рейде и для связи с диспетчером порта. Для этого не нужна была большая мощность. Основная рабочая волна — 600 метров. Это был вызывной канал. После установления связи радисты уходили на другую, оговорённую волну, чтобы не мешать остальным. Но обмен вёлся уже не на рейдовом, а на основном, навигационном передатчике судна. На волне 600 метров передавались и сигналы бедствия, поэтому каждые полчаса (с 15-й до 18-й и с 45-й по 48-ю минуты) все радисты только слушали эту волну. Все переговоры прекращались. Не в одну ли из таких пауз в Уэллене услышали вызов С. Иванова?

Единственным источником электроэнергии на льдине были аккумуляторы. Это были аккумуляторы напряжением 24 В ёмкостью 200 А·ч. На судне от этих



Владимир Васильевич Иванюк, 1936 год.



Владимир Васильевич Иванюк на льдине.

аккумуляторов работал не только аварийный искровой, но могли работать и основные ламповые передатчики (не на полную мощность), так как всё было рассчитано на работу от сети постоянного тока 220 В. Но заряжать аккумуляторы на льдине было нечем. Тем не менее на аккумуляторах, снятых с "Челюскина", радио на льдине проработало с 13 февраля по 5 марта, а на аккумуляторах, привезённых А. В. Ляпидевским, — с 5 марта до 13 апреля. Это аргумент в пользу того, что работа велась на маломощном передатчике. Однако для меня очевидно, что 13-го и утром 14 февраля работа велась на аварийном искровом. Здесь я абсолютно доверяю Николаю Николаевичу Стромилову. Эта работа оказалась, на мой взгляд, нерезультативной, потому что одно дело — работа искрового передатчика на механически стабильную корабельную антенну и совершенно другое — работа на антенну, подвешенную на хлипких восьмиметровых мачтах. От ветра полотна антенны постоянно изменяли своё положение в пространстве, что неминуемо приводило к хаотичному изменению рабочей длины волны искрового передатчика. Отследить работу такого передатчика невозможно.

5 марта 1934 г. А. В. Ляпидевский вывез с льдины всех женщин и детей. О. Ю. Шмидтом было принято решение, что Владимир Иванюк должен лететь следующим рейсом на помощь радистке Уэлена. Почему не С. Иванов? Так сильно мешал В. Иванюк сначала на корабле, а потом на льдине? Справедливости ради, Людмила Шрадер действительно нуждалась в помощи. У старшего радиста Уэлена Постникова открылась скрытая форма туберкулёза, от которой он вскоре умер [8]. Поэтому нагрузка на радистку Уэлена на начальной стадии спасательной операции была огромной. Когда в середине марта штаб спасательной операции переместился в Ванкарем, и там заработала радиостанция Евгения Силова, нагрузка на Уэлен значительно сократилась.

Но следующий самолёт прилетел в лагерь О. Ю. Шмидта только 7 апреля. А 14 апреля лагерь уже перестал существовать.

С июня 1934 г. Владимир Иванюк работает радиотехником в ГУСМП. По окончании института связи в июле 1936 г. получает диплом инженера-

электрика и в качестве радиоинженера принимает участие во второй высокоширотной экспедиции на ледокольном пароходе "Садко". До начала войны Иванюк работает в одном из проектных бюро Арктического института.

В январе 1942 г., по вызову И. Д. Папанина, Владимир Васильевич Иванюк выехал в Архангельск на Гидробазу Севморпути. С марта 1942 г. по февраль 1944 г. служил радистом на гидрографическом судне "Норд" Северного отряда Беломорской военной флотилии. В августе 1944 г. это судно потопила немецкая подлодка у берегов Таймыра. По возвращении в Ленинград в марте 1944 г. он работал инженером на ледоколе "Вячеслав Молотов" до октября 1946 г. Потом возвратился в Арктический институт.

В сентябре 1952 г. началась преподавательская деятельность В. В. Иванюка в ЛВИМУ им. Макарова на кафедре радионавигации, которая закончилась уходом на пенсию в июле 1971 г.

В середине шестидесятых Владимир Васильевич обменял квартиру на Васильевском острове, в которой прожил всю жизнь, на квартиру в тихой и зелёной Сосновке на Выборгской стороне. Скончался в ноябре 1982 г. Место захоронения неизвестно.

Автор выражает благодарность А. И. Анучиной (РГА ВМФ) и Е. М. Евсеенко (архив ГУМРФ им. адмирала Макарова).

ЛИТЕРАТУРА

1. Позывные "Челюскина" — Кренкелю. — Радиофронт, 1934, № 15—16, с. 1.

2. **Кренкель Э.** Путь советского радиста. — Радиофронт, 1937, № 2, с. 4—7.

3. **Каверин М.** Радисты первой дрейфующей. Серафим Иванов. — Радио, 2017, № 4, с. 57, 58.

4. Список коротковолновых передатчиков коллективного пользования. — Радио Всем, 1928, № 21, с. 108.

5. **Стромилов Н.** Радио в походе "Челюскина". — Радиофронт, 1934, № 9—10, с. 41—43.

6. **Кренкель Э.** Как это было... — Радио, 1964, № 4, с. 12—14.

7. Слово краснознамённым радистам. За радиосвязь отвечаем мы. — Радиофронт, 1934, № 22, с. 6.

8. **Карбатов В. П.** Полярные станции в 1935 году. — Советская Арктика, 1935, № 4, с. 6—18.



Антарктический радист

Елена АГЕНТОВА, г. Вологда

Рыбалка на припайном льду

Известно, что Антарктида — это многометровые и даже километровые льды и айсберги. Удивительно было узнать от очевидца о том, что рыбалка в Антарктиде возможна. И даже обязательна!

"Рыбачили все, — рассказал Михаил. — И не потому, что очень увлекались. Это входило в обязанности дежурных. Иметь запас свежей рыбы было принято. В нашу зимовку большой айсберг "заякорился" на банке метрах в трёхстах от берега. За ним мы прятались от ветра на рыбалке, а приливно-отливную трещину в двухметровом льду использовали вместо лунок. Рыба ловилась вкуснейшая — ледяная, нототения, клыкач. Ловились бычки, научное название — трематомус. Тамошние бычки — единственная рыба, из которой получалась классная уха. Видел фильм белорусских сезонников, где ловят в приливно-отливной полынье, слегка её почистив, на границе припайного льда. Но ловить надо бы не со дна (не подсказали мужикам...), а отпустив наживку на полметра-метр ниже льда. Там около трещин всегда стоит стая рыбы ледяной. Вот она, свежая, для жарки просто изумительна. Во времена СССР ледяную регулярно завозили в магазины. Вкус не тот, что "сразу", но всё равно очень хорош. Рыба без костей. Только что выловленная ледяная имеет белёсую, светло-серую окраску. Полежит пару дней, начинает сереть. Через неделю становится серо-зелёной и проявляются тёмные пятна и полосы. Вот такую-то в магазинах и продавали. Кроме бычков и ледяной, на "Молодёжной" ловили нототению с клыкачом, "рыбу-капитана" и "рыбу-майора". Последние два названия наши, самодельные. По количеству "знаков отличия" на шкуре. Нототения была двух видов. Попадались и вовсе неведомые рыбы. По совету предшественников неизвестный вид нужно бросить пингвинам либо поморникам: если едят, значит не ядовитая. Такие попадались, но мы не рисковали. Точно знали про ядовитость "рыбы-лисы". Эта "лиса" попадалась частенько. С виду как щурёнок, максимум 60 см размером, только нос ещё с боков заострён, что делало её похожей на лисью мордочку. В общем, свежая рыба всегда была в рационе, это вкусно, и лучше, чем консервы или давно замороженная".

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2020, № 1, 2

"СОГЛАСОВАНО"
НАЧАЛЬНИК 28-ОЙ САЭ
/Артемьев А Н/

"УТВЕРЖДАЮ"
НАЧ. ОТРЯДА СВЯЗИ 28-ОЙ САЭ
/Потапов С С/

ПРАВИЛА
РАБОТЫ НА КОЛЛЕКТИВНОЙ ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ СТАНЦИИ АМЦ МОЛОДЕЖНАЯ

Позывной сигнал 4К1А

Радиолюбители, работающие на коллективной радиостанции 4К1А, могут входить в связь только с любительскими радиостанциями и производить обмен информацией исключительно по вопросам, касающимся технических данных своей аппаратуры, проводимых связей и радиоспорта.

Радиосвязи можно проводить как открытым текстом, так и международным Q-кодом и любительским радиокодом. Работать на радиостанции могут радиолюбители, изучившие правила работы на любительских р/станциях. Основным документом коллективной радиостанции является аппаратный журнал. Каждая связь подтверждается карточкой квитанцией.

Работа на коллективной радиостанции 4К1А производится только в свободное от основной работы время.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ

1. Нарушать выделенные диапазоны частот и виды излучения.
2. Вести переговоры, не имеющие отношения к радиоспорту.
3. Работать с радиолюбителями Израиля /префикс 4Z, 4X/

Коллективной станции разрешено работать на следующих частотах:

3,5 – 3,65 Мгц	– телеграф	3,65 – 3,8 Мгц	– телефон
7,0 – 7,1	– "–	7,04 – 7,1	– "–
14,0 – 14,35	– "–	14,1 – 14,35	– "–
21,0 – 21,45	– "–	21,15 – 21,45	– "–
28,0 – 29,7	– "–	28,2 – 29,7	– "–

Нач. коллективной любительской радиостанции АМЦ "Молодежная"
/Хутомов М С /
25 февраля 1983 года.

Правила работы на коллективной любительской станции АМЦ "Молодёжная".

Быт, питание, условия проживания

"В 1983 г. АМЦ "Молодёжная" достиг пика своего расцвета. Это был посёлок, в котором насчитывалось около 70-и строений. Строго разделены жилые и служебные помещения. Имелась кают-компания, где могли собраться все участники зимовки. Там же осуществлялось централизованное приготовление пищи, располагались столовая, библиотека, кинотеатр, зона для общения и отдыха, бильярд, теннисный стол. Сотрудники размещались в современных по тем временам жилых домиках, которые были построены с учётом накопленного опыта. Селились обычно в двухместных комнатах. В домах имелось электроснабжение, водоснабжение, канализация. Отопление — от масляных электрических панелей. Все дома обеспечены проводным вещанием и телефонной связью (номера трёхзнач-

ные, АТС). Раз в неделю можно было попариться в бане, помыться, постирать постельное белье и одежду.

Кормили нас, конечно, классно! Питание рассчитывалось порядка 80 рублей в месяц на человека. Стандартный обед из трёх блюд плюс компот в заводской столовой в те времена стоил 50 копеек. Наш ассортимент разительно отличался в лучшую сторону — качество приготовления было реально ресторанным: на камбузе работал шеф-повар ленинградского ресторана "Астория". Хлеб и настоящее сливочное масло — без ограничения. Питание — трёхразовое, по желанию с добавкой. В банный день полагалось пиво или соки. Праздничные столы накрывались на таком уровне, которому и сейчас многие позавидуют. Всё это не из зарплаты, за счёт государства. Из зарплаты вычитались средства на табачные изделия и некоторые необычные продукты питания, которые можно было приобрести, например, к праздничному столу для друзей по случаю своего дня рождения. Также бесплатно завозились спиртные напитки из расчёта девять бутылок водки, бутылка красного вина, по бутылке коньяка ("Арарат") и шампанского на человека в год. Магазинов там нет, можно рассчитывать лишь на привезённый запас. Из обслуживающего персонала: всего двое штатных поваров. Им помогали все поочерёдно, по графику дежурств по станции и дому. Телефонная связь с родиной — раз-два в год или в экстренных случаях. Осуществлялась путём КВ-однополосной связи с Москвой и дальнейшим подключением к сети общего пользования. Оплату всех тарифов брало на себя государство".

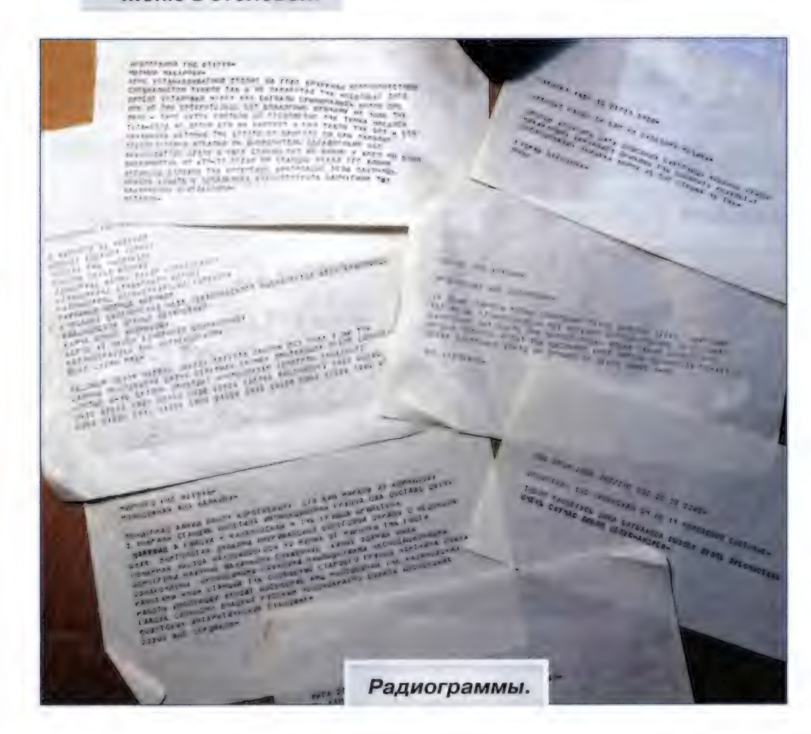
```
**УТВЕРЖДАЮ**
ЗАМ. НАЧ-КА 28 САЭ
      /ГУЛИН В.А./

                    275 ИЮЛЯ ПОНЕДЕЛЬНИК
ЗАВТРАК. ВЕТЧИНА.ТВОРОЖНАЯ МАССА. ЧАЙ, САХАР, МАСЛО, ХЛЕБ.
ОБЕД.    ЩИ КИСЛЫЕ С МЯСОМ. ЛЮЛЯ-КЕБАБ С ГАРНИРОМ. КОМПОТ ИЗ
         КОНСЕРВИРОВАННЫХ ВИШЕН.
УЖИН.    КАРТОФЕЛЬ ЖАРЕНЫЙ СО ШКВАРКАМИ. ОГУЕЦ СОЛЕНЫЙ. ЧАЙ, САХАР,
         МАСЛО, ХЛЕБ.

                    26 ИЮЛЯ ВТОРНИК
                 (ДЕНЬ ОСВОБОЖДЕНИЯ  КУБЫ)
ЗАВТРАК. КАША МАННАЯ, МОЛОЧНАЯ. ПАШТЕТ. КАКАО, САХАР,  МАСЛО,
         ПЕЧЕНЬЕ, ХЛЕБ.
ОБЕД.    БОРЩ ПО-ФЛОТСКИ С МЯСОМ. КОТЛЕТЫ КУРИНЫЕ РУБЛЕНЫЕ С ГАР-
         НИРОМ. КОМПОТ ИЗ С/ФРУКТОВ.
УЖИН.    РЫБА ЖАРЕНАЯ С КАРТОФЕЛЕМ. САЛАТ ОВОЩНОЙ. ЧАЙ, САХАР, МАСЛО
         ЖЕЛЛЕЬ.

                    27 ИЮЛЯ СРЕДА
ЗАВТРАК. КАША ГРЕЧНЕВАЯ. МОЛОКО КИПЯЧЕНОЕ. КИЛЬКА В ТОМАТНОМ СОУСЕ.
         КОФЕ, САХАР, МАСЛО, ХЛЕБ.
ОБЕД.    СУП ГОРОХОВЫЙ С КОПЧЕНОСТЯМИ. ЛАНГЕТ С ГАРНИРОМ. КОМПОТ ИЗ
         ЧЕРНОСЛИВА.
УЖИН.    ПЛОВ ПО-УЗБЕКСКИ. ПОМИДОРЫ НЕОЧИЩЕННЫЕ. ЧАЙ, САХАР, МАСЛО,
         ХЛЕБ. ВЫПЕЧКА: ВАТРУШКА С ТВОРОГОМ.
```

Меню в столовой.



Радиограммы.

О трагическом

В экстремальных условиях трудной и долгой зимовки трагедии случались. Хотя, казалось бы, всё продумано и устроено для безопасной жизни и работы. Люди подобраны самые крепкие и выносливые. Кутюмов неохотно говорит о том, что из 125-ти не все вернулись, несколько человек навеки остались в Антарктиде. Антарктида не прощает пьянки и разгильдяйства, испытывает человека жёстко. Был даже случай самоубийства, двое повредились рассудком. Это говорит о том, насколько тяжела работа зимовщика, физически и психологически. По плечу она только людям сильного духа.

Юрий, он же "просто Серёжа"

А один человек так любил Антарктиду, что... О своём товарище-радиолюбителе Михаил рассказал:

"При знакомстве он всегда говорил: "Юрий. Можно просто Серёжа". Человек зимовал несколько раз. В хорошую погоду на закате любил выносить стул на улицу и часами любовался айсбергами. Их с полдюжины там было раскидано в прямой видимости. Когда солнце низко, то айсберги окрашивались в фантастически чистые цвета. Зелёный, пурпурный, фиолетовый... Такой оптический эффект периодически случался. Солнечный свет при отражении от чистого льда на склоне купола раскладывался на цветовую гамму, как сквозь призму. Ну и рикошетом цветом цепляли только айсберги. Остальное выглядело по-обычному белым. Незадолго до своего отъезда Юрий Иванович сказал мне как-то: "Умереть бы в такой красоте!" В 27-ю САЭ Юра уже почувствовал что-то неладное с сердцем, говорил об этом во время посиделок. Дома лечился. Потом врачей обманул (а может, договорился?), вернулся в 30-ю и... там умер. Сильно любил Антарктиду. С ней и остался. Похоронен на мысе Гранат".

О необычном и непривычном

Михаил Кутюмов не только радист. Антарктическая зимовка разнообразила его умения, расширила познания в медицине. Довелось ассистировать доктору на хирургической операции. Известно, что не каждый профессиональный медик психологически готов переступить порог операционной. Но в Антарктиде слово "надо" имеет особый вес и смысл. Пусть не каждый сможет, но кто может — тот делает. И облачился радист в белый медицинский халат. Тут характер — кремень, выдержал.

Михаил Кутюмов застал некоторые события, вошедшие в историю. Например, пожар на станции "Восток". Когда он приехал, зимовщики-погорельцы были ещё там. Регулярно общался по радио с их радистом В. Головиным. При



Вертолёт ЧФ СССР, доставивший гильзу с землёй Севастополя.

Кутюмове на "Молодёжную" приезжал знаменитый советский журналист-натуралист Василий Песков. Над корреспондентом зимовщики по-доброму подшучивали: мол, в море Космонавтов клюют осетры. Тот не поверил. Тогда свозили по его настойчивой просьбе на рыбалку, где у полыньи раскидали осетров, взятых со склада, из привезённых запасов. Песков их понял, не обиделся. Также Михаил, как ответственный за обеспечение воздушных судов, принимал необычных визитёров — вертолёт с двумя офицерами с севастопольского военного научно-исследовательского судна. Севастопольцы доставили в Антарктиду гильзу с землёй из многострадального города-героя. Севастопольская земля рассыпана на "Молодёжной".

О пингвинах

"Это сейчас можно наблюдать за ними в Интернете, сколько душа пожелает. А раньше пингвинов видели только на чёрно-белых фотографиях и редко-редко в киножурналах. По приезду сразу захотелось воочию увидеть этих милых и любопытных созданий. И тут же последовало предупреждение, почти лекция "по технике безопасности". Оказалось, клюв пингвина настолько мощный, что подставляться под него крайне нежелательно. Крылья (или ласты?) тоже очень сильные. Удар ими по ноге мало чем отличается от удара палкой. Даже маленький "адель-ка" способен подпрыгнуть с места метра на два и выше. Под водой они развивают неимоверную скорость, легко догоняя свою добычу — рыбу. Вот он нырнул, и в прозрачной воде, сверкнув молнией, через считанные секунды пробкой вылетает на айсберг метрах в трёхстах. Самые крупные — "императоры", ростом чуть выше метра. По уверениям зоологов, самый крупный из измеренных ими был ростом 198 см и весил 115 кг. По утверждениям ихтиологов — их обычная зона охоты на глубинах 15—20 метров. Но были замечены и на глубинах свыше полукилометра.

Пингвины — "детский сад".

Не сказать, что пингвинам там сладко живётся. Если задует ураганный ветер, птенцов часто сдувает, и пара остаётся без потомства. Встречалось немало улетевших и замёрзших яиц.

28TH SOVIET ANTARCTIC EXPEDITION

4K1A

To:

CONFIRMING OUR 2-WAY QSO

DATE	GMT	MHZ	RPRT
VOID			

73! OP

QSL-карточка.

Есть у пингвинов и враги. Это — поморники, касатки, морские львы. Поморники, почему-то прозванные Яшками, те ещё подлецы. Когда подлетают к колонии, раздаётся встревоженный пингвиний крик. Если кто-то зазевался — цепляют когтями малышей и утаскивают пировать поодаль. Смотреть на маленькие скелетики очень тяжело. Один раз наблюдали такую картину по пути в балок нашей "коллективки": вдоль тропы стояли несколько десятков линяющих "аделек". Случилась затяжная суточная пурга с сильнейшим ветром, новые перья ещё не успели отрасти, и дружные ребята превратились в голые замерзшие столбики...

В шести километрах от нашей станции, на острове Адели, жила колония пингвинов одноимённого вида. Мы ездили туда во время их брачного сезона. Зрелище поразительное, ничем не похожее на привычных птиц: во время ухаживания кавалер нежно гладит подругу крылом по головке. Пингвины — однолюбы. Живут в среднем 25 лет. За сезон пара высиживает только одно яйцо. Причём, делает это самец. Самка ходит на охоту и кормит его с маленьким птенчиком. Когда он повзрослеет — сдают в "детский сад", за которым ухаживают коллективно. "Императоры" высиживают яйцо при температуре минус сорок, "адели" — только летом. В стае пингвины на редкость дружны. Передвигаются всегда колоннами друг за дружкой, вместе охотятся и заботятся о потомстве. Очень любопытны, дружелюбны: подходили во время рыбалки".

"Полторы" САЭ или 28-я с половиной

Кутюмов — это человек приключений. В его жизни необычного много. В отличие от абсолютного большинства зимовщиков, он провёл в Антарктиде не одну, а целых полторы экспедиции. При том, что на родине второй год его ждала невеста! Сам он поясняет:

"Официально я участвовал в 28-й САЭ, хотя на деле вышло, что в двух сезонах. Что такое зимовка и сезон? Сезоном называется антарктическое лето, когда прибывают на станции экспедиции для проведения работ, возможных только в сезон. Сезон открывается с первым



Прилетели в гости соседи с японской станции "Сёва" (300 км).



Встречаем Первомай-1983.

прибытием (самолётом или теплоходом) людей из Союза. И закрывается с отбытием последнего самолёта или теплохода на Родину. Тогда начинается собственно зимовка. Смена, о которой в газетах напишут: "Приступила к работе... очередная экспедиция...", начинается, когда начальник предыдущей передаёт символический ключ от станции очередному, как правило, после приёма-передачи дел и перед отбытием на Родину. Поскольку станция наша была базовой, в сезон радистов ещё больше. Это и вновь приехавшие на смену, и радисты авиаторов,



Балок 4К1А. На переднем плане YAGI 28 МГц.

и ещё не уехавшие, передающие дела. В сезон открывается ещё один радиоканал — авиационный, которым я заведовал дважды. Он осуществляет связь с воздушными бортами и радионавигацию. У меня стоял радиопеленгатор, с которого давал пеленги тем, кто в воздухе. Задача сугубо инженерная, и техника сложная даже по нынешним временам. Достаточно сказать, что точность определения направления на любую радиостанцию с территории СССР я давал до двух градусов. Ближе — ещё точнее. И это не локатор (он далеко не "видит")! Это система коротковолновых антенн и двухканальное приёмное устройство. Принцип — сравнение поляризации приходящих радиоволн. Ничего из антенн не крутилось и не вертелось при этом.

Так получилось, что на радиопеленгацию умудрились привезти "блатного": сынка устроил высокопоставленный родитель. Новичок хотя и был заслуженный мастер спорта, неоднократный чемпион мира и Европы, но в нашем ремесле имел околонулевую квалификацию. Неумёху временно отрядили на хозработы, потом отправили обратно с первой же оказией. А мне пришлось весь сезон обучать одного из радистов 29-й САЭ Виталия Кобера (UA3ANO), впоследствии — 4K1ANO, из Москвы. Человек технически очень грамотный, быстро освоил радиообмен с воздушными судами. Радиолюбитель, он и в Антарктиде радиолюбитель! Поэтому я уехал по окончании сезона последним теплоходом, когда в права уже вступила 29-я САЭ. И так провёл в Антарктиде, не считая дорог, с ноября 1982-го по 12 апреля 1984-го. Дважды там Новый год встречал".

"Безответная любовь" к Родине

Из возвращения на Родину у Михаила Кутюмова тоже вышло целое приключение. За зимовщиками прислали "белый пароход". То есть вывозили их не на обычном рабочем дизель-электроходе, а на круизном теплоходе "Байкал", на котором тоже сложилась ситуация с острой нехваткой радистов. Михаил с удовольствием согласился помочь. И напоследок поработал ещё судовым радистом. Домой добирались долго, собирая отзимовавших на соседних станциях. Первая земля с растениями под тёплым солнцем была Австралия. Зимовщики, истосковавшиеся по зелени, почувствовали запах "настоящей земли" в море, задолго до того, как она возникла на горизонте. В Австралии была стоянка, отдых, небольшие путешествия с целью знакомства со страной. Далее заходили в Сингапур, где встретили 1 мая. Прибыли во Владивосток. Там устроенная советскими пограничниками встреча судна с соотечественниками, отработавшими год в Антарктиде, по уровню бдительности всех мероприятий слегка напоминала прибытие эмигрантов-нелегалов. Но весёлый по характеру Кутюмов вспоминает об этом с юмором: "На нашей таможне я всегда исполняю песню "О безответной любви к Родине". Во Владивосток за зимовщиками прибыл спецборт из Ленинграда. С тех пор прошло много лет, но Антарктида не забывается.

Самодельный фонарик-брелок

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Любая самодельная конструкция все-таки имеет несколько другую ценность, чем приобретённая в магазине. Это относится и к самодельному брелоку-фонарю, схема которого показана на **рис. 1**. Он может быть неплохим подарком юного радиолюбителя своим старшим товарищам или родителям. Фонарь-брелок содержит источник питания — малогабаритный дисковый Ni-Cd аккумулятор ёмкостью 40 мА·ч, повышающий преобразователь напряжения на микросхеме DA1 и накопительном дросселе L1, а также осветительный светодиод EL1. Блокировочный конденсатор C1 подключён параллельно аккумулятору с целью облегчить запуск преобразователя напряжения. Дело в том, что микросхема не включается при снижении напряжения питания менее 0,7 В, а при разряженном аккумуляторе подключение разряженного конденсатора приводит к кратковременному "провалу" и сбою при запуске преобразователя. Конечно, такое включение приводит к тому, что через конденсатор постоянно протекает ток утечки, но он невелик.

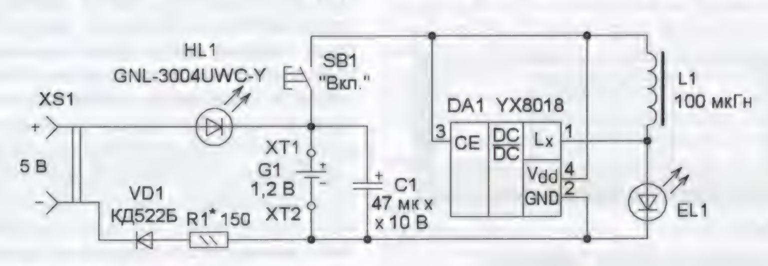


Рис. 1

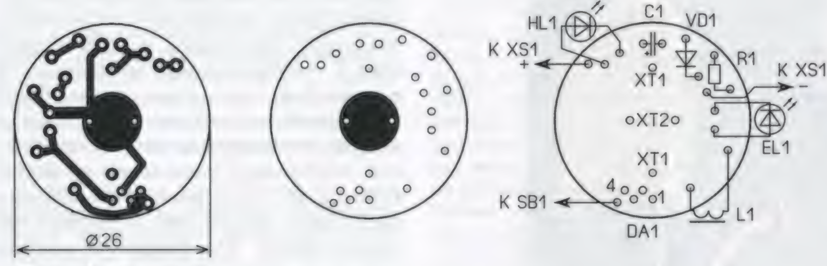


Рис. 2

Конечно, взамен электроники можно было бы применить батарею из трёх последовательно соединённых аналогичных аккумуляторов, которые питали бы светодиод через токоограничивающий резистор, а то и совсем без него. Но такое решение привело бы к увеличению массы устройства и нерационально с точки зрения расхода энергии батареи, поскольку при полностью заряженных аккумуляторах вначале ток и яркость свечения будут большими, а по мере разрядки — резко уменьшаться. Причём аккумуляторы могут разрядиться не полностью, а светодиод практически погаснет. Преобразователь обеспечивает более равномерное свечение и более полное использование ресурса аккумулятора.

Для зарядки аккумулятора удобно использовать источник питания напряжением 5 В, например, внешний аккумулятор (Power Bank), блок питания или гаджет с USB-разъёмом. Для зарядки аккумулятора предназначены светодиод HL1, который индицирует этот режим, диод VD1, защищающий элементы от неправильной полярности, и токоограничивающий резистор R1. Напряжение 5 В подают на разъём XS1. На светодиоде HL1 падает напряжение около 2,3...2,4 В, на диоде VD1 — 0,7 В, напряжение на аккумуляторе в конце зарядки — 1,4...1,5 В, поэтому на резисторе R1 будет напряжение около 0,5...0,6 В и зарядный ток в конце зарядки 4...5 мА и примерно в 1,5 раза больше в начале. Поэтому аккумулятор следует заряжать по времени примерно 10...12 ч. При правильной полярности поданного напряжения 5 В станет светить светодиод HL1, яркость его свечения будет уменьшаться к концу зарядки.

Корпусом устройства служит пластмассовая крышка диаметром 30 мм и высотой 11...12 мм от пластиковой бутылки. Чтобы плата поместилась, на дне крышки все выступающие детали аккуратно удалены с помощью паяльника. Для этого корпуса разработана двухсторонняя печатная плата, на которой размещены почти все элементы. Её чертёж показан на **рис. 2**, а изготовлена она из стеклотекстолита толщиной 1 мм. Фольгированная площадка для

аккумулятора со стороны установки элементов соединена отрезками тонкого лужёного провода с площадкой на другой стороне. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**.

Основные элементы брелока — осветительный светодиод EL1, преобразователь напряжения — микросхема DA1 (YX8018), накопительный дроссель L1 (EC-24) и дисковый Ni-Cd аккумулятор G1 с держателем взяты от малогабаритного газонного светодиодного светильника. Диод КД522Б можно заменить любым кремниевым маломощным импульсным или выпрямительным диодом. Светодиод HL1 должен быть жёлтого или зелёного свечения в корпусе диаметром 3 мм. В зависимости от того, какой угол излучения требуется от фонаря, следует применить соответствующий осветительный сверхъяркий светодиод. Угол излучения самых распространённых светодиодов может быть 20...120 градусов. Для увеличения яркости свечения фонаря индуктивность дросселя должна быть меньше, например, 33 мкГн. Дроссель можно намотать на ферритовом кольце диаметром 5...6 мм от КЛЛ. Обмотка содержит 3—4 витка изолированного провода. Гнездо XS1 отрезано от линейки разъёма серии PBS.

Для подключения к USB-разъёму изготовлен кабель-переходник, который изготовлен из USB-кабеля, на одном из концов которого смонтирована вилка от линейки серии PLD. Поскольку гнездо XS1 не имеет ключа, правильной полярности внешнего напряжения соответствует свечение светодиода HL1.

После монтажа и проверки работоспособности надо как можно короче обрезать выводы радиоэлементов со стороны пайки. Плату устанавливают в корпус (**рис. 4**), предварительно сделав для светодиодов и гнезда XS1 отверстия соответствующих размеров и формы, а также установив цепочку с кольцом. Плату и разъём можно закрепить в корпусе с помощью термоклея.

Выключатель питания — конструктивный самодельный. Его устройство поясняет **рис. 5**. Неподвижным контактом выключателя служит металлическая скоба-держатель 4 аккумулятора 5, которая соединена с его плюсовым контактом и впаяна в отверстия платы 3. Подвижным контактом выключателя является гибкая крышка-мембрана 6 из тонкого пружинящего фольгированного стеклотекстолита или другого проводящего материала. Внутреннюю поверхность крышки надо соединить тонким изолированным проводом с выводами 3 и 4 микросхемы DA1. Диаметр мембраны 6 должен быть немногим меньше внутреннего диаметра корпуса 1. Мембрана 6 закреплена с помощью нескольких капель термоклея 2, предварительно нанесённых на внутреннюю часть корпуса. Мембрану устанавливают на капли термоклея и, аккуратно разогревая её края паяльником, постепенно утапливают её внутрь корпуса до получения оптимального расстояния между ней и держателем аккумулятора. Эту операцию следует проводить постепенно, давая термоклею остыть и проверяя работоспособность выключателя.

Внешний вид брелока-фонарика вместе с кабелем для подключения к USB-разъёму показан на **рис. 6**.


Рис. 3


Рис. 4

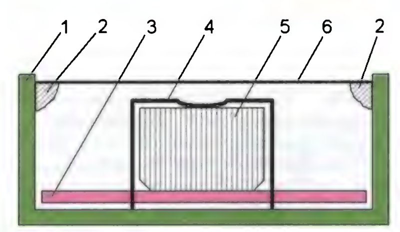


Рис. 5


Рис. 6

От редакции. Чертёж печатной платы в формате Sprint LayOut имеется по адресу ***http://ftp.radio.ru/pub/2020/03/brelok.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Два несложных металлоискателя

А. СТАРОВЕРОВ, г. Вологда

Существует огромное число различных вариантов металлоискателей, работающих на разных принципах. Автор предлагает два своих варианта, работающих по принципу фиксации изменений частоты генератора с колебательным контуром, образованным конденсатором и измерительной катушкой индуктивности. К их достоинствам следует отнести простоту и отсутствие необходимости налаживания, а к недостаткам — довольно низкую чувствительность.

Принципиальная схема первого варианта металлоискателя представлена на **рис. 1**. Источник его питания — гальваническая батарея GB1, напряжение которой 4,5 В узлом из резистора R3, стабилитрона VD1 и конденсаторов C4, C5 понижено до 3...3,5 В и стабилизировано на этом уровне.

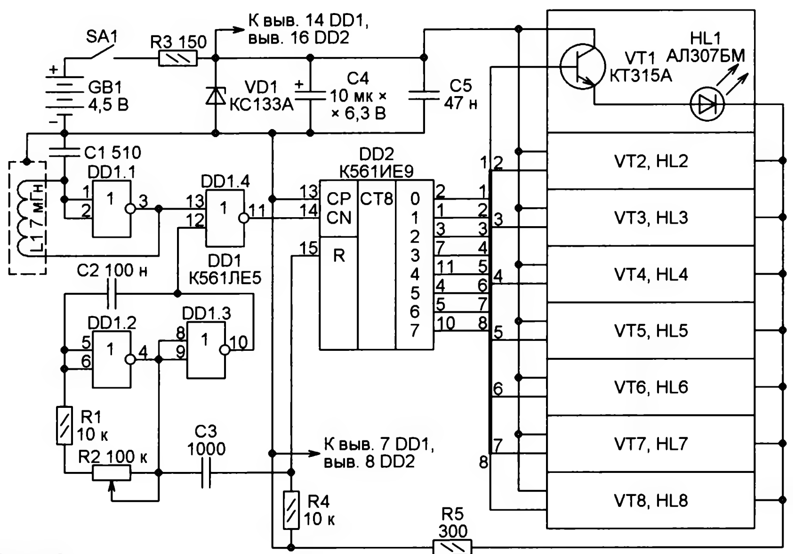


Рис. 1

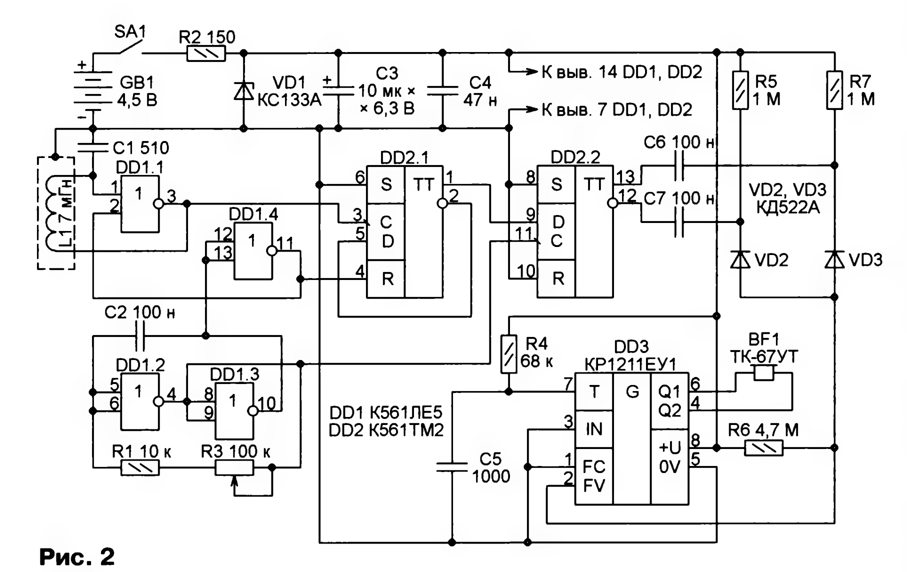


Рис. 2

Чувствительный к влиянию близлежащих металлических предметов измерительный генератор состоит из логического элемента DD1.1, конденсатора C1 и поисковой катушки индуктивности L1, образцовый — из логических элементов DD1.2 и DD1.3, резисторов R1 и R2 (переменного), конденсатора C2. Логический элемент DD1.4 использован для остановки или возобновления измерения частоты, а дифференцирующая цепь C3R4 вырабатывает импульс, устанавливающий счётчик-дешифратор DD2 в исходное состояние перед началом очередного цикла измерения. Транзисторы VT1—VT8 увеличивают нагрузочную способность выходов микросхемы DD2 до необходимой для управления светодиодами HL1—HL8.

После включения питания элемент DD1.1 генерирует на своём выходе близкий к синусоидальному сигнал частотой около 100 кГц. Одновременно на выходе элемента DD1.2 появляются прямоугольные импульсы частотой 50...500 Гц, зависящей от положения движка переменного резистора R2. Чем ниже их частота, тем выше чувствительность металлоискателя.

Нарастающие перепады этих импульсов, выделенные дифференцирующей цепью C3R4, устанавливают счётчик DD2 в исходное состояние, а низкий уровень на выходе элемента DD1.3 разрешает прохождение измерительных импульсов на вход CN счётчика DD2. Через половину периода колебаний образцового генератора уровень напряжения на выходе логического элемента DD1.3 становится высоким, что останавливает работу счётчика до его следующей установки в исходное состояние.

Число, накопленное счётчиком, представляет собой остаток от деления на восемь числа периодов колебаний чувствительного к металлу генератора за время счёта (полпериода колебаний образцового генератора). Тот светодиод, номер которого на единицу больше полученного остатка, по истечении этого времени остаётся включённым ещё полпериода — до начала следующего цикла измерения.

Появившийся вблизи катушки L1 металлический предмет изменяет её индуктивность, а с ней и частоту колебаний чувствительного к металлу генератора, что приводит к изменению остатка в счётчике и смещению включённого светодиода в ту или иную сторону. Поэтому светодиоды HL1—HL8 удобно расположить по окружности.

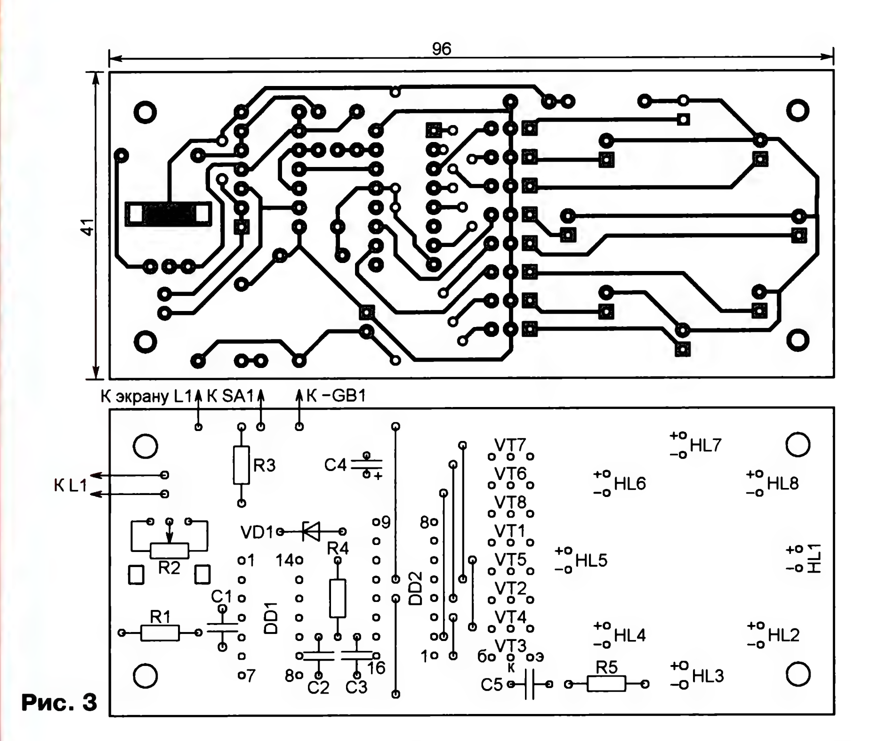


Рис. 3

Принципиальная схема второго варианта металлоискателя представлена на **рис. 2**. Работа его во многом аналогична описанной выше, за исключением того, что счётчик не трёхразрядный, а одноразрядный, и изменение частоты измерительного генератора не отображается на светодиодах, а лишь сопровождается коротким звуковым сигналом.

Низкий уровень напряжения на выходе логического элемента DD1.4 запускает измерительный генератор, импульсы которого поступают на вход C триггера DD2.1, включённого как счётный. Как только этот уровень становится высоким, измерительный генератор останавливается и по нарастающему перепаду сигнала на выходе элемента DD1.2 остаток от деления числа импульсов на два фиксируется в D-триггере DD2.2. Если новое состояние его выходов не совпадает с предыдущим, на вход FV микросхемы DD3 поступает импульс низкого логического уровня длительностью около 0,1 с, запускающий имеющийся в этой микросхеме генератор импульсов. В результате этого телефонный капсюль BF1 подаёт короткий звуковой сигнал.

Разработанные в редакции чертежи печатных плат со схемами расположения деталей на них показаны соответственно на **рис. 3** и на **рис. 4** для первого и второго металлоискателей.

Металлоискатели потребляют ток около 10 мА каждый. Диоды КД522А можно заменить любыми маломощными кремниевыми диодами, стабилитроны КС133А (в миниатюрном стеклянном корпусе) — другими с напряжением стабилизации 3,3 В, а транзисторы КТ315А — любыми маломощными кремниевыми структуры n-p-n. Все постоянные резисторы — МЛТ или им подобные. Переменные резисторы — РП1-74 или их импортные аналоги. Конденсаторы C4 в первом металлоискателе и C3 во втором — оксидные, а остальные керамические или плёночные. Вместо телефонного капсюля ТК-67УТ можно применить любой пьезоизлучатель звука без встроенного генератора. Для повышения громкости звуковых сигналов желательно подборкой резистора R4 или конденсатора C5 установить частоту импульсов на выходе микросхемы DD3 равной резонансной частоте применённого излучателя звука.

Определённую трудность представляет изготовление катушки L1, индуктивность которой должна быть в пределах 5...10 мГн. Автор использовал как её каркас пластиковую водопроводную трубу диаметром 20 мм, согнутую кольцом диаметром около 300 мм с соединёнными пластиковым тройником концами. К третьему входу тройника приварена такая же труба длиной около метра. На её вершине закреплён пластмассовый корпус с платой металлоискателя и батареей его питания.

На наружной поверхности кольца сделана прорезь шириной 5...10 мм, необходимая для укладки внутрь ста витков любого медного изолированного провода диаметром 0,2 мм. После намотки кольцо обёрнуто полосой алюминиевой фольги, концы которой не должны сомкнуться и образовать замкнутый виток, а затем лентой ПВХ. Для соединения платы миноискателя с катушкой использован трёхжильный провод от кабеля S-Video. Две его жилы соединяют катушку с платой, а третья соединяет фольговый экран катушки с общим минусовым проводом металлоискателя.

Следует отметить, что катушка большего диаметра позволяет находить крупные металлические предметы на большем расстоянии, а меньшего — мелкие предметы на небольшой глубине.

Правильно собранные металлоискатели налаживания не требуют. Желательно, однако, проверить частотомером или осциллографом частоты их генераторов. У измерительного генератора она должна быть около 100 кГц (в отсутствие металлических предметов поблизости), а у образцового — перестраиваться переменным резистором R2 (R3) в интервале 50...500 Гц.

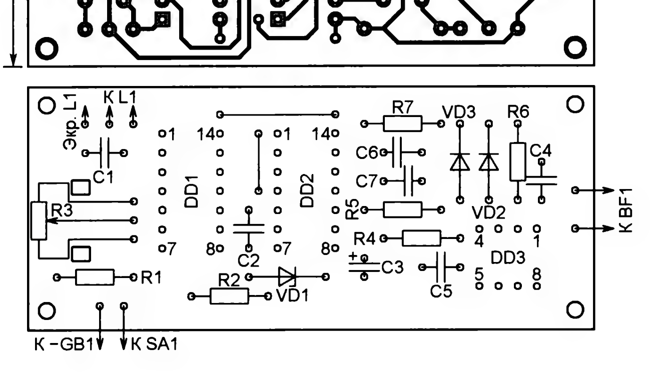


Рис. 4

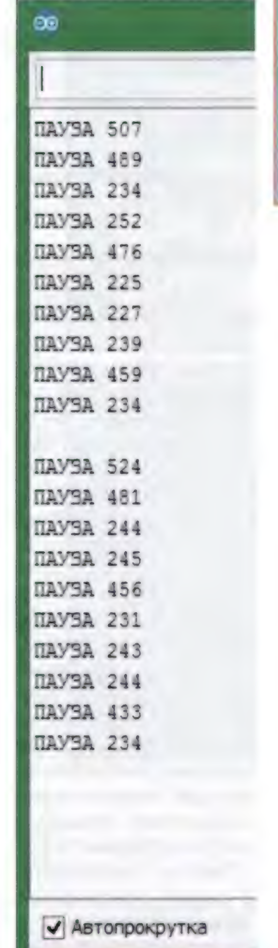
***От редакции**. По адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/03/metdet.zip** имеются файлы печатных плат металлоискателей в формате Sprint Layout 6.0.*

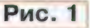
Акустический замок на Arduino

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

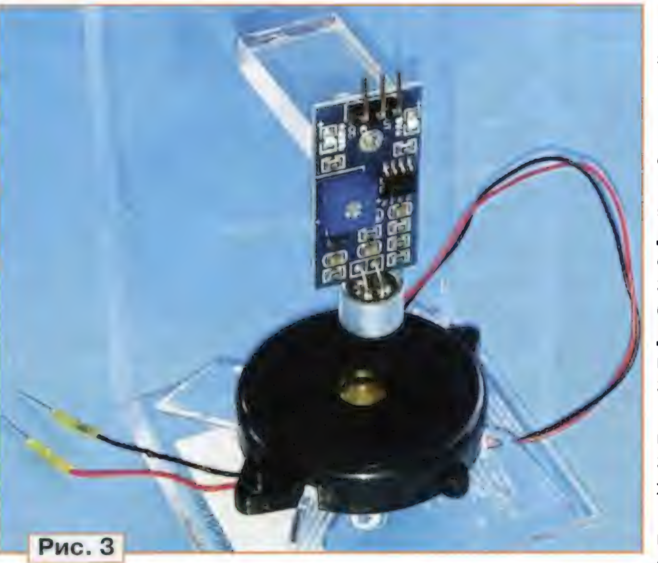
На просторах Интернета в отечественных и зарубежных источниках можно встретить описания оригинальных конструкций замков, использующих в качестве ключей различные комбинации акустических сигналов — стуков [1—3].

Принцип работы такого замка заключается в том, что микроконтроллер измеряет длительности пауз между соседними короткими ударами (стуками) длительностью не более 40 мс. Сравнивая их с эталонными, хранящимися в памяти, принимает решение об их совпадении или несовпадении. Получается своего рода акустическое ритмическое кодирование информации. На **рис. 1** показаны наборы значений временных (в миллисекундах) пауз для ритм-фразы "Спартак" — чемпион", повторённой два раза.




Рис. 1

Получить полное совпадение значений практически невозможно, поскольку чувство ритма у каждого человека своё. Однако, допуская и регулируя величину погрешности при сравнении интервалов (10...75 мс), можно получить безошибочную систему распознавания комбинации и отсеивание похожих. Программно отделять одну комбинацию или набор стуков от другой можно, ограничив значение максимума длительности паузы между двумя соседними стуками (например, значением 2000 мс). В этом случае спустя 2 с после последнего удара в наборе начнётся его анализ. Всё выше сказанное будет справедливо, если вместо акустического датчика использовать кнопку. Увеличивая временные интервалы между нажатиями, можно одной кнопкой по "секретному коду нажатий" научиться управлять несколькими устройствами.


Рис. 3

Для проверки собственных навыков и возможностей имеющегося акустического датчика собирают устройство в соответствии с **рис. 2** (пьезоизлучатель HA1 можно пока не подключать), разместив элементы на общей подставке (**рис. 3**). В Arduino Uno загружают скетч microfon_stuk и подключают монитор порта. В основном цикле программа с помощью значений флага состояний A фиксирует удар, его окончание и последующий удар — определяя тем самым длительность паузы между двумя соседними стуками. Полученные значения выводятся в монитор. На этом этапе под имеющиеся исходные подбираются оптимальные значения переменных P и p, а также минимальная чувствительность датчика, при которой он улавливает и распознаёт удары пальца о твёрдую поверхность, на которой стоит подставка, с дистанции 30...40 см. Желательно добиться разброса значений длительностей в повторяемых комбинациях в пределах 30...50 мс.

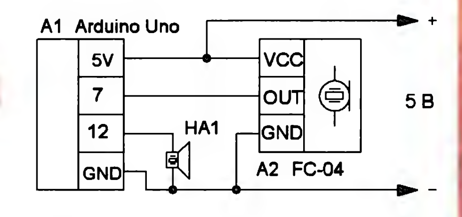


Рис. 2

Далее подключают звуковой излучатель HA1 (BPT-35H09W, ЗП-5В, ЗП-3), загружают скетч microfon_stuk_C. В нём строки, анализирующие удары, выделены в отдельную функцию STUK. Кроме этого, введена функция PROVERKA, в которой сверяются значения


Рис. 4

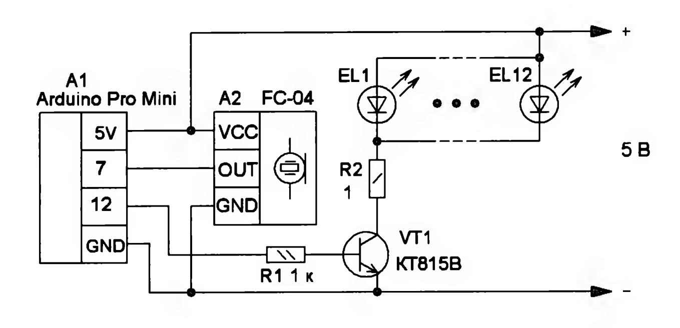


Рис. 5

элементов двух массивов на совпадение с точностью dP (75 мс). При совпадении происходит переключение сигнального светодиода на 13-м выводе в противоположное состояние. Светодиод имитирует включение—выключение управляемого устройства. В заданных значениях переменных звуковой пароль может иметь комбинацию до 51 удара.

После включения питания следует "настучать" исходную секретную комбинацию ударов. Спустя 2 с излучатель её повторит, и устройство перейдёт в режим ожидания подтверждающей комбинации. Наборы фальшивых комбинаций должны приводить лишь к их звуковому повтору, светодиод на плате не должен включаться. После приёма ключевой комбинации светодиод должен включиться. С этого момента его можно переключать одним коротким ударом. Если в устройстве нужно активизировать пароль, достаточно "выстучать" любую фальшивую комбинацию. Светодиод останется в текущем состоянии и перестанет реагировать на одиночные управляющие стуки. Чтобы вернуть управление, нужно вновь ввести ключевую комбинацию. Для её смены достаточно перезагрузить плату. Следует отметить, что перед выстукиванием любой новой комбинации, кроме ключевой при её первоначальной записи, нужно сделать одиночный удар, а затем с паузой не более 2 с — желаемую комбинацию.

Если чувствительность микрофона увеличить, устройство перейдёт в "генераторный" режим, и последний звук излучателя датчиком будет восприниматься как управляющий одиночный удар. Текущий записанный пароль будет всё время воспроизводиться, а устройство переключаться, если пароль верный.

После налаживания конструкции и скетча, приобретения навыков для выстукивания сложных паролей можно приступать к разработке различных устройств с таким замком. Автор решил переделать светодиодный фонарь (**рис. 4**) на дежурный светильник. Схема этого устройства показана на **рис. 5**. Из корпуса фонаря были извлечены элементы питания (4,5 В). Внутри батарейного отсека установлены модуль FC-04 и плата Arduino Pro Mini. Как её запрограммировать, подробно изложено в [4]. В качестве источника питания фонаря применено сетевое ЗУ сотового телефона с выходным напряжением 5 В и током до 0,7 А. Светодиоды, выключатель и токоограничивающий резистор R2 остались штатными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Secret Knock Detecting Door Lock. — URL: **http://grathio.com/2009/11/secret_knock_detecting_door_lock/** (16.05.19).

2. Замок с "секретным стуком" на Arduino. — URL: **https://alexgyver.ru/secretknocklock/** (16.05.19).

3. Кодовый замок "Тук-тук". — URL: **http://wiki.amperka.ru/projects:knocklock** (16.05.19).

4. **Мамичев Д.** Светодиодный куб 6×6×6 на Arduino. — Радио, 2018, № 1 с. 61—64.

***От редакции**. Скетчи для Arduino и видеоролик, иллюстрирующий работу устройства, находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2020/03/stuk.zip** на нашем сервере.*

Ответы на викторину "Микроконтроллеры и оптроны"

("Радио", 2020, № 2, с. 63, 64)

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

1. Ответ — 0. Оптрон К10101Е, как и большинство других подобных приборов, имеет внутри один излучающий диод, испускающий ИК-излучение только при одной полярности поданного на него напряжения. Оптрон К30101А имеет аналогичные электрические параметры, но внутри него два излучающих диода, соединённых встречно-параллельно (**рис. 1**). В зависимости от полярности напряжения, поданного на выводы 1 и 2 оптрона, излучение испускает один или другой. Следовательно, на

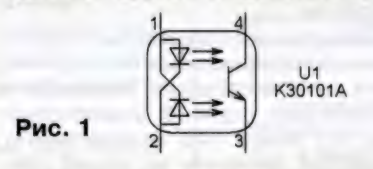


Рис. 1

вход оптрона К30101А можно подавать знакопеременное напряжение. Это его свойство используют, например, в датчиках перехода мгновенного значения входного напряжения через ноль.

Тип корпуса и назначение выводов рассматриваемых оптронов одинаковы, поэтому замена К10101Е на К30101А вполне допустима, хотя один из излучающих диодов последнего при этом будет "простаивать". Но в устройстве, где исходно установлен оптрон К30101А, заменять его на К1010Е или другой однодиодный оптрон не следует. Функционирование этого устройства будет нарушено тем, что такой оптрон станет реагировать лишь на полупериоды управляющего напряжения одной полярности.

2. Ответ — 1. Хотя первичная цепь оптрона электрически изолирована от вторичной, в нём всё-таки остаётся путь для проникновения помех. Это паразитная ёмкость между источником ИК-излучения и фотоприёмником. Она не превышает 1 пФ, однако не служит препятствием для нередко присутствующих в общем проводе и в цепях питания помеховых импульсов длительностью менее

1 мкс — так называемых наносекундных помех. Их основной источник — срабатывание мощных реле, контакторов, выключателей.

В [1] рекомендовано подавлять наносекундные помехи резисторами сопротивлением от сотен ом до единиц килоом, включаемыми последовательно в цепи, по которым они распространяются. В рассматриваемом случае микроконтроллер защищён от помех резистором R2, а цепь питания — резистором R1.

3. Ответ — 0. Если одновременно включить несколько излучающих диодов, соединённых по приведённой в вопросе схеме, то ток, ограниченный резистором R1, распределится между включёнными диодами приблизительно в равных долях. В результате он может стать недостаточным для срабатывания всех или некоторых оптронов. Конечно, этого можно избежать, увеличив суммарный ток в n раз, где n — общее число излучающих диодов. Но это приведёт не только к излишнему расходу электроэнергии, но и к тому, что при включении только одного диода ток через него превысит допустимое значение и оптрон выйдет из строя. Поэтому такую схему, экономящую резисторы, применяют только в случае, когда оптроны включают строго по одному.

4. Ответ — 0. При использовании оптрона для передачи информации с большой (десятки килобод и более) скоростью вместо транзисторных и диодных оптронов лучше использовать оптронные микросхемы (серий К249, К293 или зарубежные серий 6N137 и HCPL), имеющие встроенные усилители фототока. Формирователь входного сигнала для излучающего диода U1.1 быстродействующего оптрона может состоять из токоограничивающего резистора R1 и диода VD1, соединённых как показано на схеме в вопросе.

Когда на выходе микроконтроллера установлен низкий логический уровень, напряжение на излучающем диоде U1.1 меньше порога его открывания и ток через него не течёт. При высоком уровне на выходе микроконтроллера излучающий диод открыт, но напряжение в точке его соединения с анодом диода VD1 и резистором R1 почти не изменится, а ток через резистор R1 останется прежним. Это способствует высокому быстродействию. Недостаток — повышенный расход тока, который потребляется от источника питания и при включённом и при выключенном излучающем диоде.

5. Ответ — 0. PRAB30S — это оптореле, выходная цепь которого замыкается и размыкается в зависимости от тока, текущего через излучающий диод. Эту цепь образуют полевые транзисторы, каналы сток—исток которых соединены встречно-последовательно (**рис. 2**). Её сопротивление измеряется мегаомами, когда ток через излучающий диод не течёт, и омами, когда ток течёт. Следовательно, это оптореле эквивалентно электромеханическому реле с нормально разомкнутыми контактами.

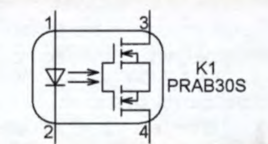


Рис. 2

В отличие от него, "контакты" оптореле PRAG71S нормально замкнуты. Поэтому при взаимной замене упомянутых реле для сохранения выполняемой функции необходимо проинвертировать управляющий сигнал, внеся соответствующее изменение в программу его формирования.

Сопротивление резистора R1 должно быть таким, при котором через излучающий диод течёт ток не менее 3 мА, обеспечивающий уверенное срабатывание любого экземпляра упомянутых оптореле [2]. Указанное на схеме сопротивление 680 Ом удовлетворяет этому условию и уменьшать его нет смысла.

6. Ответ — 1. Рассматриваемый узел предназначен для противофазного управления двумя оптронами от одного выхода микроконтроллера. При низком логическом уровне напряжения на этом выходе работает излучающий диод U2.1. Ток в цепи U1.1VD1VD2 отсутствует, так как для его протекания через три соединённых последовательно диода требуется напряжение, значительно большее падения напряжения на одном диоде U2.1. При высоком логическом уровне на выходе напряжение на диоде U2.1 меняет полярность, закрывая его. Ток в этом случае течёт по цепи R1VD2VD1U1.1. Недостаток такого решения — входной ток оптрона U1 меньше входного тока оптрона U2.

7. Ответ — 0. Схемы подключения к микроконтроллерам излучающих диодов оптронов и обычных светодиодов очень похожи. Разница лишь в том, что падение напряжения на последних выше — 1,6...1,9 В против 1...1,3 В. В рассматриваемом узле излучающий диод U1.1 подключён анодом к источнику напряжения +5 В, значит, ток через него потечёт при низком логическом уровне напряжения на выходе микроконтроллера. Сопротивление добавочного резистора R1 рассчитывают по формуле

$$R1 = \frac{U_{пит} - U_д - U_L}{I_{пр}},$$

где $U_{пит}$ — напряжение питания; $U_д$ — прямое падение напряжения на излучающем диоде; U_L — напряжение логически низкого уровня на выходе микроконтроллера; $I_{пр}$ — заданный прямой ток через излучающий диод. При $U_{пит}$= 5 В, $U_д$=1,1 В, U_L=0,2 В и $I_{пр}$=10 мА расчётное значение сопротивления резистора R1 — 370 Ом. С учётом возможного разброса выбираем его с номинальным сопротивлением 330 Ом. Ток 10 мА вполне допустим для одиночных выходов общего назначения микроконтроллеров распространённых семейств AVR, PIC, STM.

8. Ответ — 1. Излучающие диоды U1.1, U2.1 соединены встречно-параллельно. Поэтому при высоком логическом уровне на линии 1 и низком логическом уровне на линии 2 ток течёт через излучающий диод U1.1, а диод U2.1 закрыт. Если проинвертировать эти уровни, ток потечёт через диод U2.1, а диод U1.1 закроется. При одинаковых (всё равно, низких или высоких) уровнях на обеих линиях ток не течёт через оба диода. Получается, что через два диода одновременно он течь не может.

9. Ответ — 1. Если напряжение питания излучающего диода оптрона изменяется, то вместе с ним изменяется и ток через него. Следовательно, меняется интенсивность ИК-облучения фотоприёмника оптрона, что может привести к нарушению его работы. Устранить это помогает стабилизация тока через излучающий диод узлом из резисторов R1 и R2, диодов VD1, VD2 и транзистора VT1.

При изменении напряжения питания от 3,3 В до 5 В падение напряжения на резисторе R2 остаётся практически неизменным и равным суммарному падению напряжения на диодах VD1 и VD2 (приблизительно 1,3 В) за вычетом падения напряжения на переходе база—эмиттер транзистора VT1 (около 0,6 В). Следовательно, через этот резистор, транзистор VT1 и излучающий диод течёт стабильный ток 0,7 В/47 Ом ≈ 0,015 А.

Стабилизировать напряжение на излучающем диоде не имеет смысла, поскольку интенсивность его излучения зависит именно от тока, а он при неизменном напряжении, приложенном к диоду, сильно зависит от температуры его кристалла.

10. Ответ — 0. Ёмкость конденсатора C1 достаточно велика, чтобы накопленная в нём энергия могла повредить внутренние защитные диоды VD1 и VD2 на входе микроконтроллера. Они успешно ограничивают короткие всплески напряжения обратной полярности, но при длительном протекании через них сравнительно большого тока могут выйти из строя [3].

Если при полностью заряженном конденсаторе C1 произойдёт выключение напряжения питания 5 В, конденсатор станет разряжаться через резистор R2, диод VD1 и небольшое сопротивление цепи питания. Без этого резистора ток разрядки может превысить допустимое для диода значение. Ток через диод VD2 в рассматриваемой схеме течь не может, поскольку в цепи нет источника отрицательного напряжения.

11. **Ответ — 0**. Фототранзистор U1.2 и транзистор VT1 соединены по схеме составного транзистора, при этом их коэффициенты передачи тока h_{213} перемножаются, в результате чего общий коэффициент передачи значительно возрастает. Если транзистор VT1 удалить, то фототранзистор U1.2 всё равно продолжит работать, поскольку резистор R2 соединяет его эмиттер с общим проводом, а резистор R1 — коллектор с цепью питания. При этом, естественно, несколько понизится чувствительность устройства, что можно иногда скомпенсировать увеличением тока через излучающий диод оптрона.

12. **Ответ — 1**. Практически в каждом микроконтроллере имеется один или несколько универсальных асинхронных последовательных приёмопередатчиков UART (Universal Asynchronous Series Receiver-Tranceiver). Они предназначены для обмена информацией с внешними устройствами по интерфейсу RS-232. Однако этот интерфейс не предусматривает гальванической развязки между связываемыми устройствами. Но зачастую такая развязка становится необходимой для борьбы с помехами и для устранения влияния разности потенциалов между корпусами соединяемых устройств на работу интерфейса. Развязку реализуют, как правило, с помощью оптронов. Для этого фототранзистор U2.2 одного оптрона соединяют с входом RXD (Receiver Data — принимаемые данные) UART микроконтроллера, а излучающий диод U1.1 другого — с выходом TXD (Transmitter Data — передаваемые данные) того же UART. Вторые половины U1.2 и U2.1 этих оптронов должны быть соединены по такой же схеме с соответствующими выводами UART микроконтроллера внешнего устройства.

Следует иметь в виду, что на внешних разъёмах некоторых устройств (модемов, компьютерных мышей), предназначенных для соединения с компьютером или микроконтроллером по интерфейсу RS-232, назначение контактов обратное: RXD — это выход, а TXD — вход. Будьте внимательны!

13. **Ответ — 1**. Фототранзистор U1.2, база которого никуда не подключена, представляет собой двухполюсник. Ток его коллектора всегда равен току эмиттера. Поэтому при перемене мест фототранзистора и резистора амплитуда выходного сигнала не изменится. Однако при облучении фототранзистора в первом случае напряжение на эмиттере увеличивается, а во втором — напряжение на коллекторе уменьшается (относительно общего провода). Следовательно, выходной сигнал будет проинвертирован.

14. **Ответ — 1**. Если оба фототранзистора U1.2 и U2.2 закрыты, напряжение на входе микроконтроллера имеет низкий логический уровень, поскольку резистор R1 соединяет вход с общим проводом. Если хотя бы один из них открыт, через резистор течёт ток и уровень напряжения на цифровом входе микроконтроллера становится логически высоким. Ситуация не изменится, если откроется и второй фототранзистор. Конечно, падение напряжения на резисторе увеличится, но его логический уровень по-прежнему будет высоким.

Задачу определения числа открытых фотодиодов можно решить, подав напряжение с нагрузочного резистора не на цифровой, а на аналоговый вход микроконтроллера (вход его АЦП или компаратора напряжения). Однако вероятность ошибочного определения будет довольно большой, поскольку параметры фототранзисторов и излучающих диодов оптронов имеют значительный разброс и к тому же сильно зависят от температуры.

15. **Ответ — 0**. Фототранзистор оптрона не имеет, как правило, внешнего вывода базы, но у некоторых из них он всё-таки есть. Это позволяет подбирать оптимальный режим работы фототранзистора, организовывать обратную связь и т. п. Если этот вывод никак не используется, его рекомендуют соединить с общим проводом через резистор. Иначе он может стать своеобразной "антенной" для помех. При достаточно большом сопротивлении этого резистора (рекомендуется 50...100 кОм) его наличие или отсутствие не влияет на коэффициент передачи тока оптроном.

16. **Ответ — 1**. Транзисторный ключ устанавливают между выходом микроконтроллера и излучающим диодом оптрона в следующих случаях:

— если необходима амплитуда тока излучающего диода, превышающая нагрузочную способность выхода микроконтроллера;

— для защиты выхода микроконтроллера в аварийной ситуации, например, при пробое изоляции между излучателем и фотоприёмником оптрона или при мощных помехах;

— если напряжение питания излучающего диода выше напряжения питания микроконтроллера.

Последняя ситуация и показана на схеме в вопросе. Внутри оптосимистора AQG12112 имеется резистор, соединённый последовательно с излучающим диодом. Поэтому управляющее напряжение, открывающее этот оптосимистор, согласно его справочным данным, должно лежать в пределах 9,6...14,4 В (номинальное 12 В). Если понизить напряжение питания цепи управления до 5 В, питающих микроконтроллер, управляющее напряжение выйдет из этого интервала. Оптосимистор AQG12112 перестанет открываться. Выход из этого положения — замена оптосимистора на AQG12105.

17. **Ответ — 1**. Зависимость сопротивления внутреннего фоторезистора от прямого тока через излучающий диод у резисторного оптрона NSL-32SR3 практически обратно пропорциональная. Для регулировки этого сопротивления нужно изменять ток через излучающий диод. Последнее возможно, если генерировать на выходе микроконтроллера импульсы с ШИМ, программно регулировать их коэффициент заполнения и выделять постоянную составляющую с помощью ФНЧ, частота среза которого значительно ниже частоты следования импульсов. В рассматриваемом случае частота среза ФНЧ R1C1R2 — около 12 Гц, и импульсы должны следовать со значительно большей частотой. Чем она выше, тем меньше пульсации тока через излучающий диод и сопротивление фоторезистора.

Однако все фоторезисторы очень инерционны. Например, у оптрона NSL-32SR3S время нарастания проводимости фоторезистора 5 мс, а время её спада 10 мс. Поэтому при достаточно высокой (например, выше 1000 Гц) частоте следования импульсов можно отказаться от ФНЧ, удалив конденсатор C1 и объединив резисторы R1 и R2.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кузнецов А.** Помехоустойчивые устройства. — URL: **http://caxapa.ru/lib/emc_immunity.html** (24.12.2019).

2. Серия оптоэлектронных реле в корпусах SOP. — URL: **http://www.proton-orel.ru/files/products/optorele/plastik/optorele-v-sop-korpusah/optorele-v-sop-korpusah-104.pdf** (24.12.19).

3. **Рюмик С.** Максимальный входной ток для портов "Arduino". — Радиоаматор, 2013, № 9, с. 49—51.



Получатель ЗАО «Журнал «Радио»
ИНН 7708023424, р/с 40702810438090103159,
ПАО Сбербанк г. Москва,
К/с 30101810400000000225,
БИК 044525225, КПП 770801001

Цена одного номера журнала 2020 г. (с 1-го по 6-й номер) при покупке в редакции — 300 руб.

Стоимость полугодовой подписки с рассылкой из редакции (адресная рассылка) для индивидуальных подписчиков России — 2300 руб., для индивидуальных подписчиков из стран зарубежья — 3000 руб.

Стоимость для юридических лиц России — 2340 руб., для юридических лиц из стран зарубежья — 3120 руб.

Стоимость подписки с адресной рассылкой для жителей дальнего зарубежья на полугодие — 50 USD, на год — 100 USD.

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			В Россию	В остальные страны
2013	1—12	50 руб.	110 руб.	240 руб.
2014	1—12	70 руб.	130 руб.	260 руб.
2015	1—12	90 руб.	150 руб.	280 руб.
2016	1—12	110 руб.	180 руб.	310 руб.
2017	1—12	185 руб.	255 руб.	365 руб.
2018	1—12	220 руб.	310 руб.	420 руб.
2019	1—6	260 руб.	350 руб.	460 руб.
2019	7—12	280 руб.	370 руб.	480 руб.
2020	1—6	300 руб.	390 руб.	500 руб.

На бланке напишите, за какие журналы или наборы Вы переводите деньги и укажите свой точный адрес (с почтовым индексом). После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим Вам журналы или наборы. При переводе денег почтовым переводом может понадобиться почтовый индекс банка 101000. Наложенным платежом редакция журналы и наборы не высылает!

НАБОРЫ ЖУРНАЛА "РАДИО"

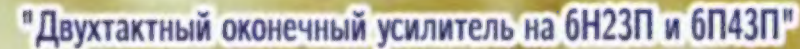


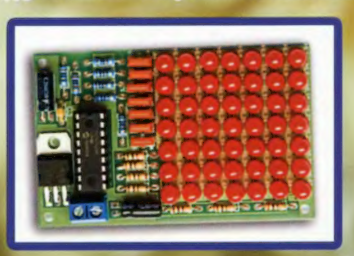


"Программируемый термостат"

"USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910"



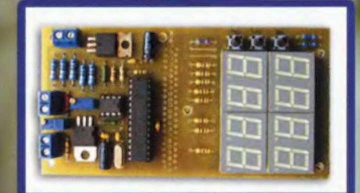

"Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П"



"Автомат световых эффектов на микроконтроллере"



"Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676"



"Цифровое устройство защиты с функцией измерения"

https://kits.radio.ru